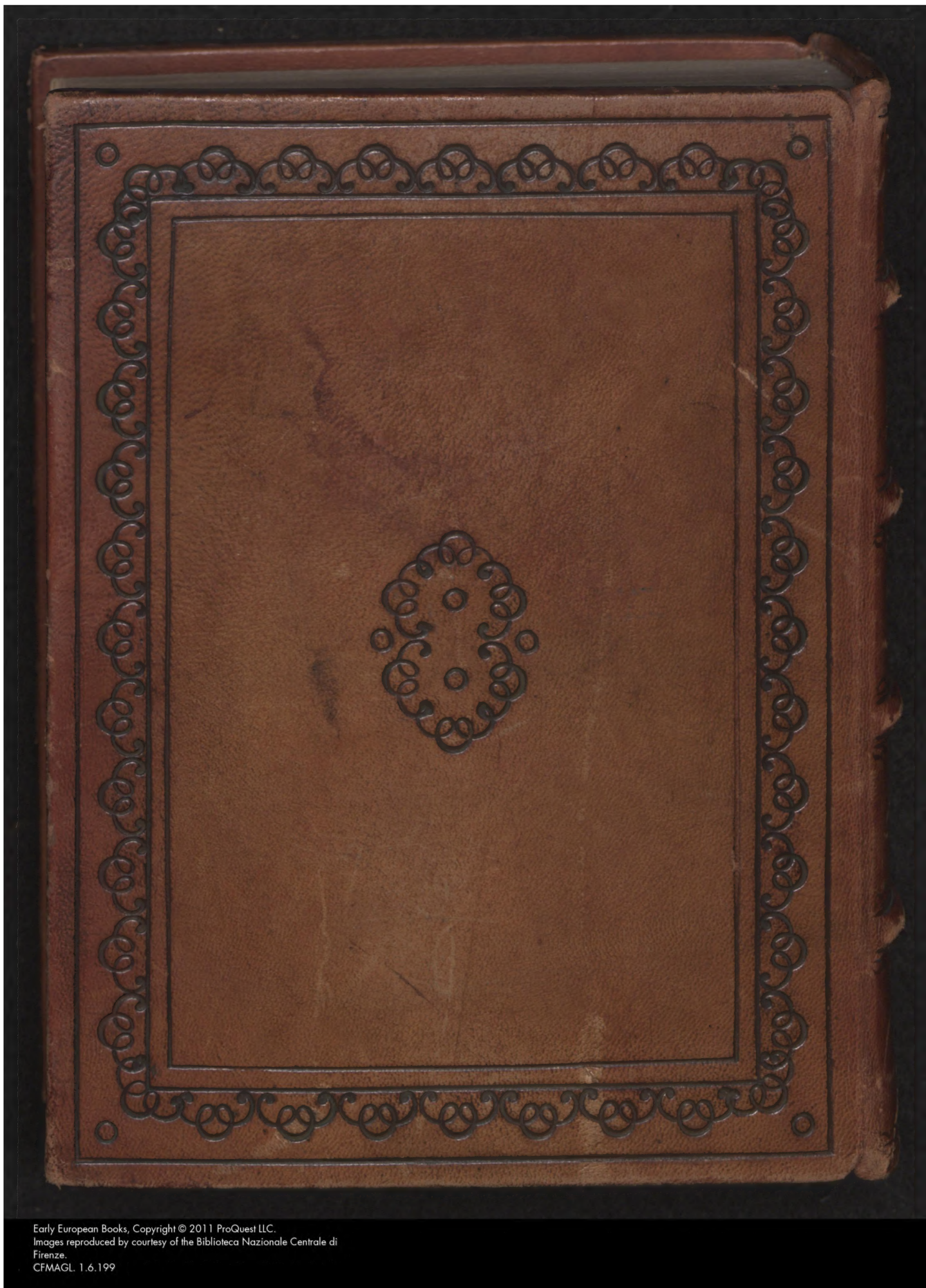




Early European Books, Copyright © 2011 ProQuest LLC.
Images reproduced by courtesy of the Biblioteca Nazionale Centrale di
Firenze.
CFMAGL. 1.6.199





Early European Books, Copyright © 2011 ProQuest LLC.
Images reproduced by courtesy of the Biblioteca Nazionale Centrale di
Firenze.
CFMAGL. 1.6.199

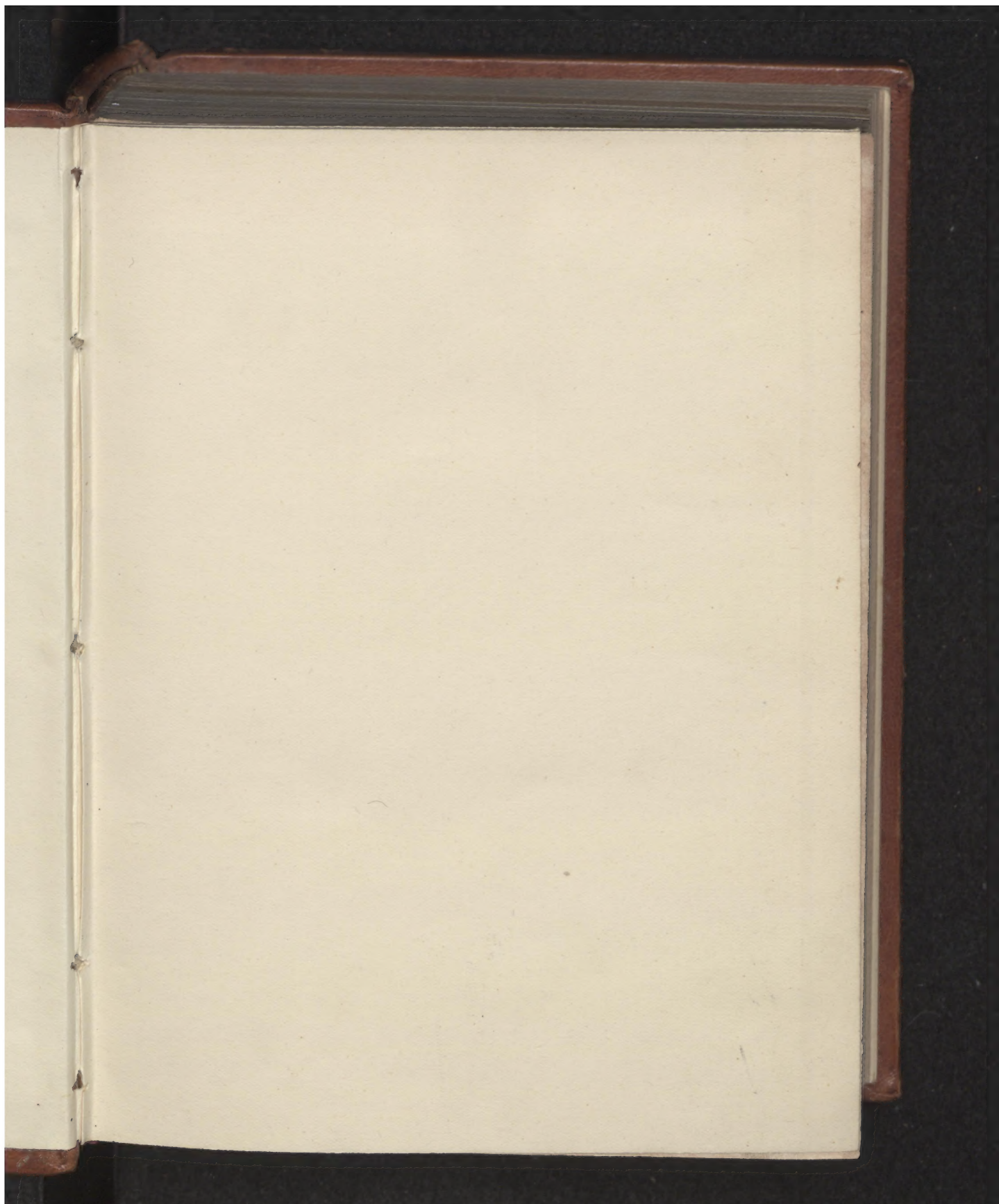


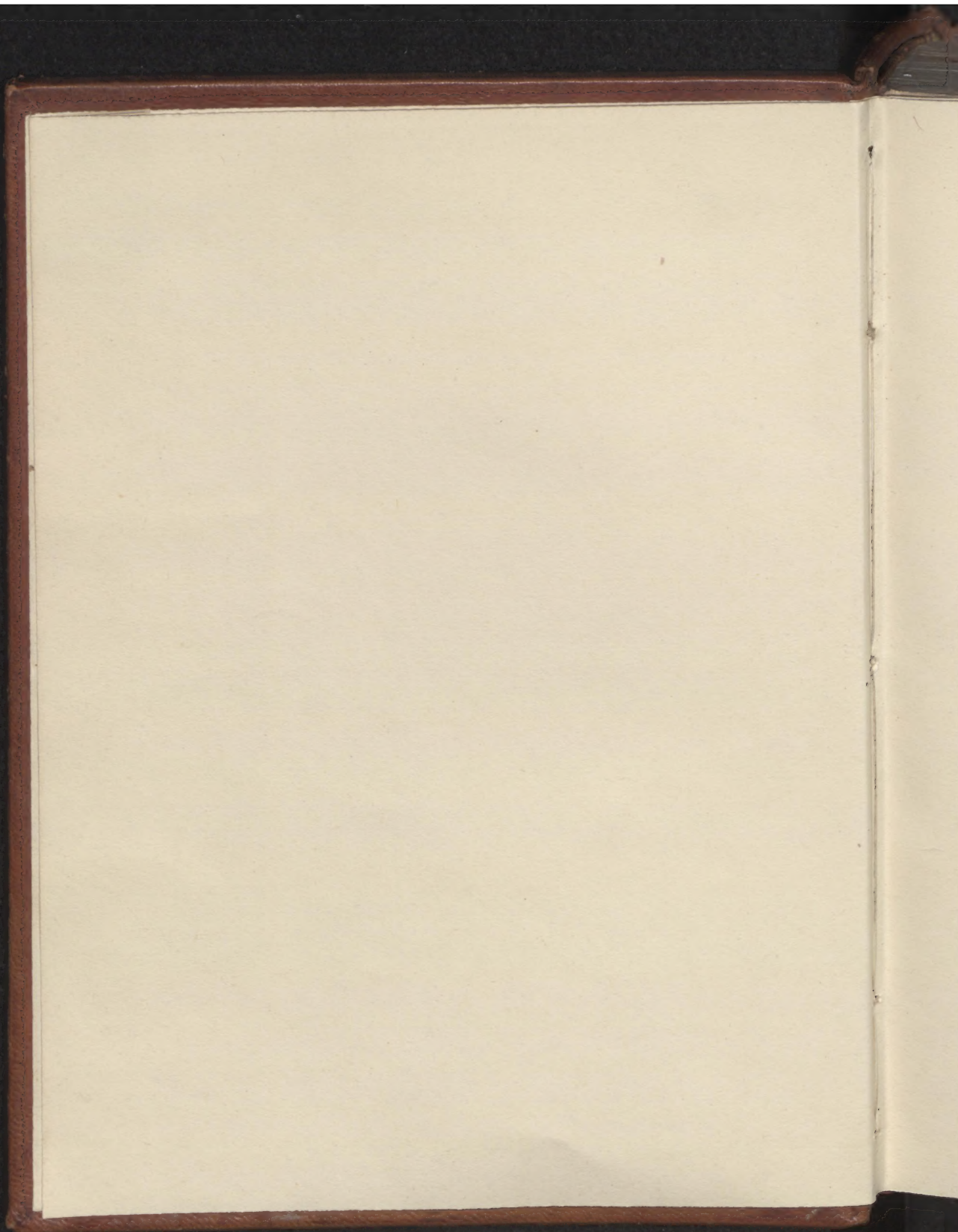
Early European Books, Copyright © 2011 ProQuest LLC.
Images reproduced by courtesy of the Biblioteca Nazionale Centrale di
Firenze.
CFMAGL. 1.6.199

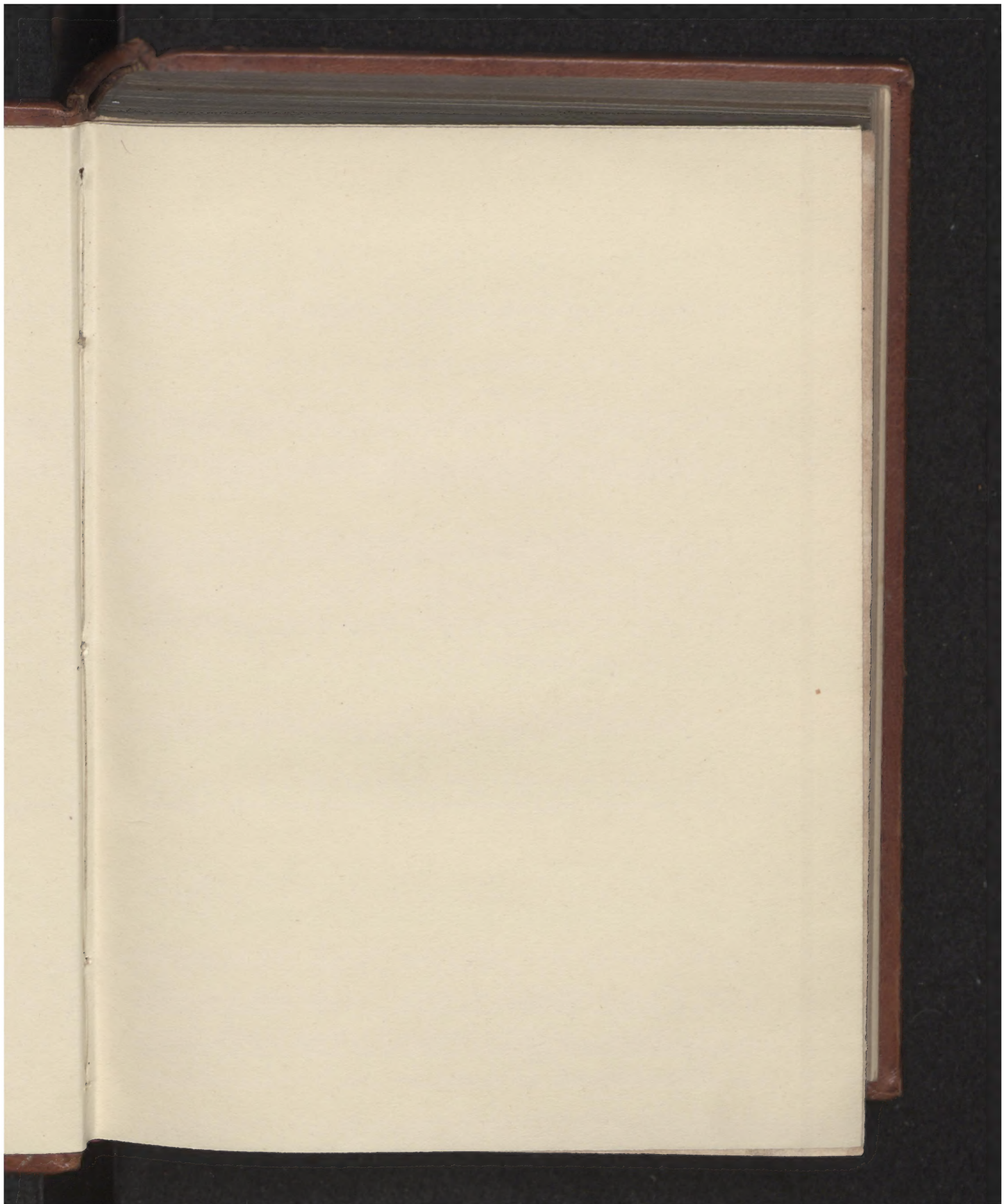


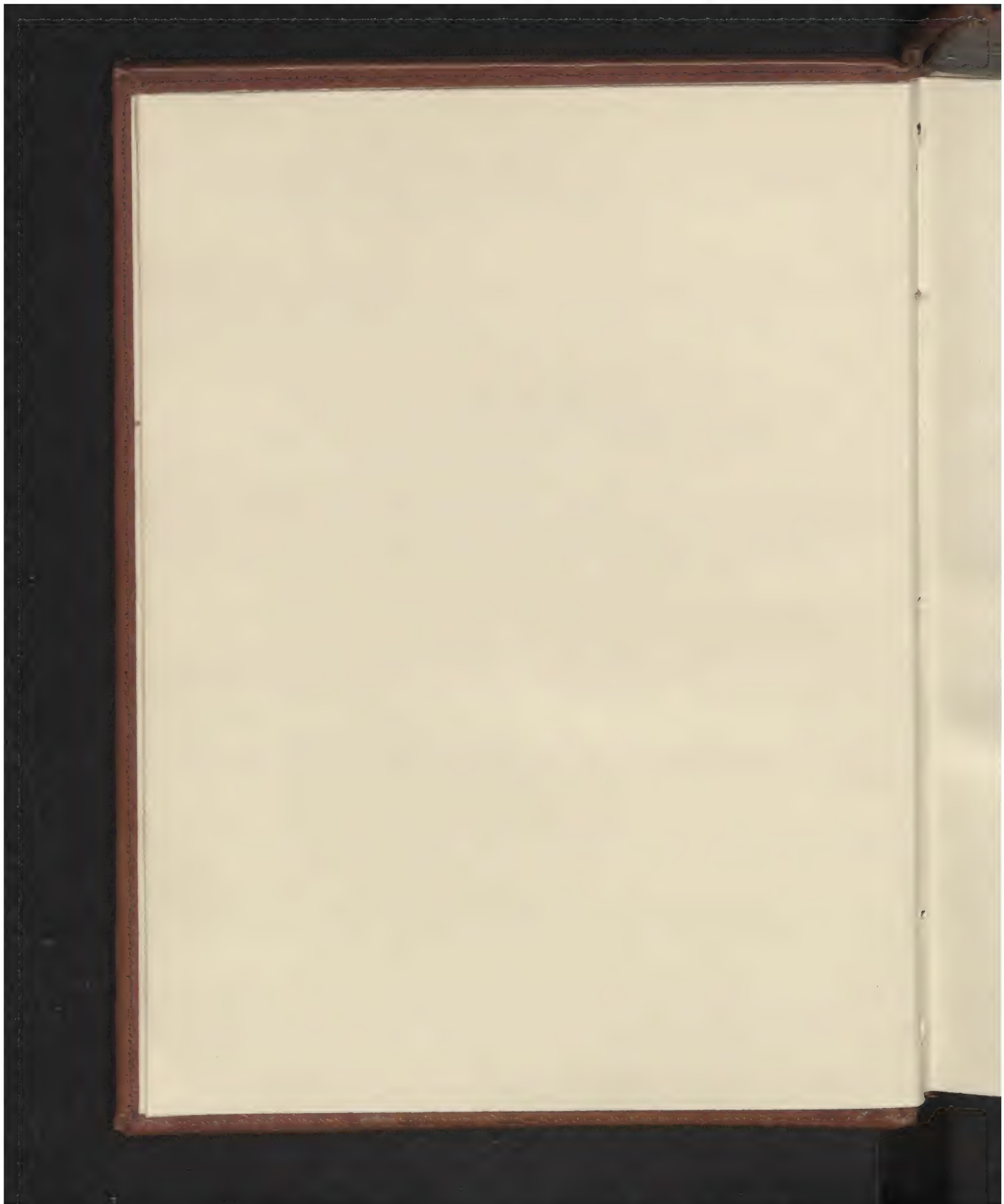
Early European Books, Copyright © 2011 ProQuest LLC.
Images reproduced by courtesy of the Biblioteca Nazionale Centrale di
Firenze.
CFMAGL. 1.6.199

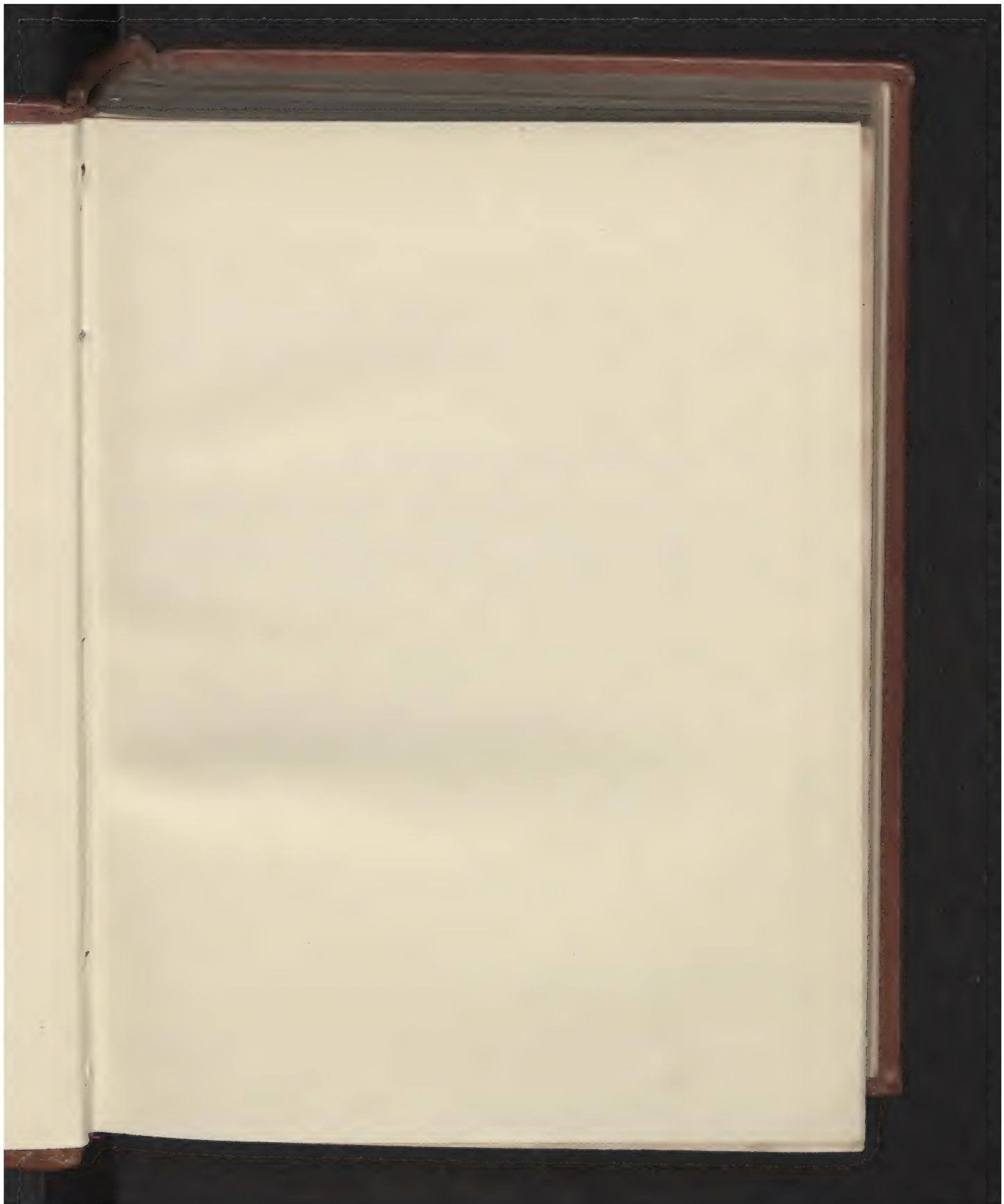
1
6
199
BIBLIOTECA NAZIONALE
CENTRALE - FIRENZE

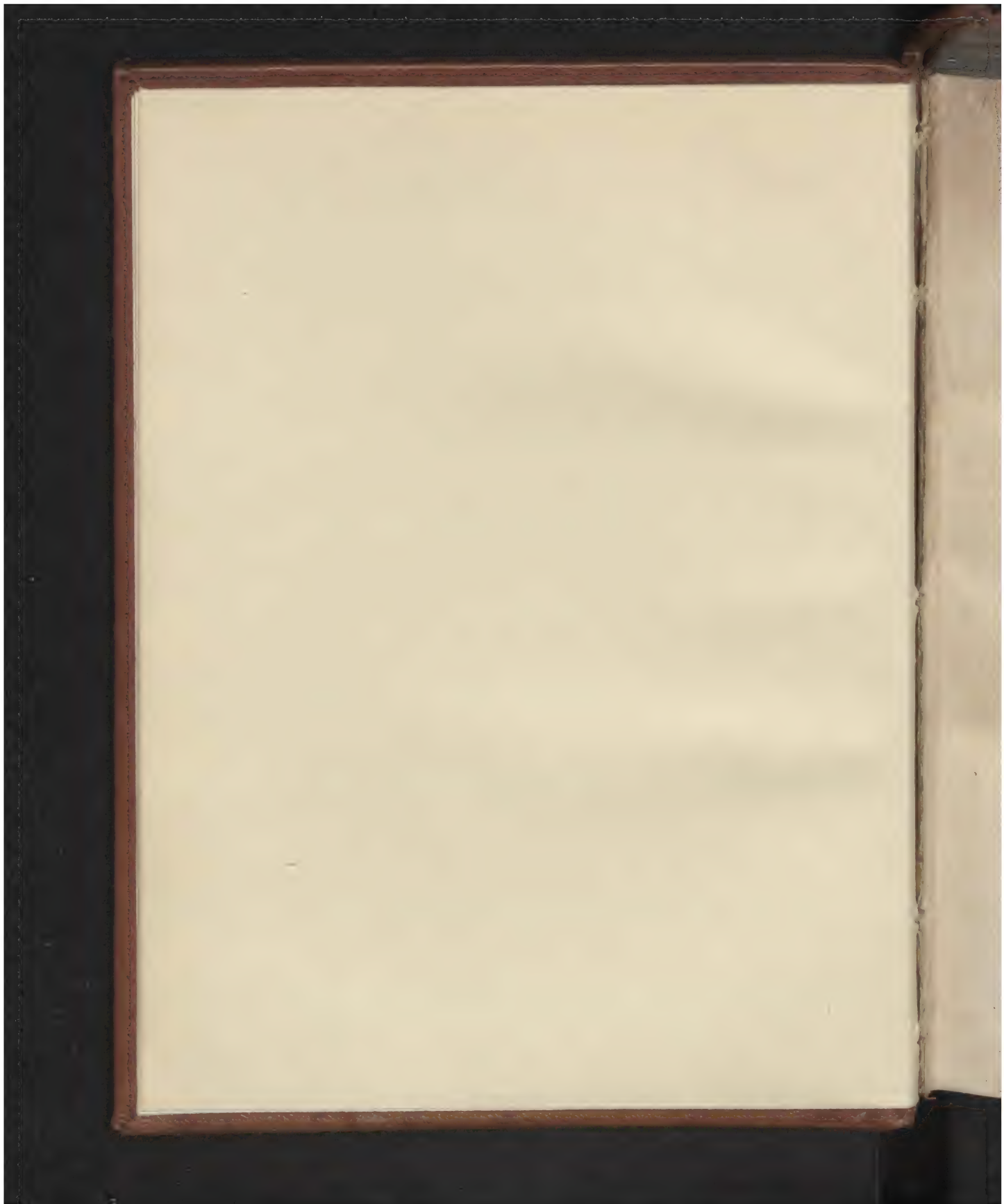












R. P. PAULI
C A S A T I
MECHANICA.

LIBRERIA
CASA
MECHANICA



R. P. PAULI
CASATI
PLACENTINI
SOCIET. JESU
MECHANICORUM
LIBRI OCTO.

IN QUIBUS UNO EODEMQUE
principio Vectis vires Physicè explicantur & Geometricè
demonstrantur,

*Atque Machinarum omnis generis componendarum methodus
proponitur.*



LUGDUNI,
Apud ANISSONIOS, JOH. N. POSUEL
& CLAUDIUM RIGAUD.

M. DC. LXXXIV.
CUM PRIVILEGIO REGIS.

ITALIA
PLACENTINI
MECHANICORUM



1. 6. 1779



CHRISTIANISSIMO
GALLIARUM
ET NAVARRÆ REGI
LUDOVICO
MAGNO.



A D. Majestatis Tuae pedes,
REX INVICTISSIME,
me, meamque hanc de rebus
Mechanicis lucubrationem,
ignotus homo, vix fortasse cre-
dibili confidentiâ, sisto: Sed
quâ Regiâ comitate omnium
animos concilias, eâdem sustentor, ne repulsam
timeam. In Te Orbis universi coniecti sunt oculi,
quos Tuae Gloriæ splendor allicit: à communi feli-

citare quid me paterer excludi ? Amplissima
Tua in Societatem nostram merita, quorum nullam
partem, ne cogitanda quidem gratia, consequi
possumus, hoc saltem officij ab universo Ordine re-
petunt, ut singuli, quem cordi penitissime impressum
gestamus non ingrati LUDOVICUM, in
libris palam inscriptum velimus. Me verò Natu-
ra atque Artis mutuam societatem coeuntium in
Machinis, fere dixerim, miracula contemplari
assuetum rapuere admirabundum, quae ipse patra-
sti, & bello, & pace, egregia atque praeciosa facinora
non modo mirabilia, sed prodigiis similia. Neque
illa quidem aut ex rerum magnitudine ac difficul-
tate, aut ex multiplicato numero, aut ex dissimi-
lium varietate, aut ex serie non interrupta, me-
tienda duxi, quamquam & in his admirabilitatis
plurimum insit: Verum longè omnem admirationem
multumque superare mihi videtur, quod paucis
lustris vel saecula complexus, unus pluribus Regibus
par, tot, tantaque perficere valuisti. Ingentis pon-
deris gravitatem vincit adhibita Machina, sed
diuturno impulsu agitata, ut proficiat aliquid: At
plurima immensis munita difficultatibus exiguo tem-
poris spatio expugnare, atque ad optatum exitum
perducere, ita Tuum est, REX INVICTISSIME,
ut quemadmodum rerum gestarum gloria, ac nomi-
nis celebritate, nemini superiorum Regum secundus
predica

predicaris, sic Tibi secundum, qui Tuis planè in-
sistat vestigiis, ventura sæcula sperare vix audeant.
Patere igitur pro summâ, quâ praditus es, huma-
nitate, qualemcumque hanc rerum Mechanicarum
tractationem Regio insigniri Nomine, ut, quos
meas hasce commentationes legere non piguerit,
vel hinc discant, aliud esse non imitabile genus
Facultatis, quâ ingentia citò perficiantur, si
LUDOVICI MAGNI mens accesserit.
Incolumem Te diu servet DEUS Catholica Fi-
dei incremento, Regniq̃ue Tui felicitati; audiât-
que bonorum omnium Largitor vota, quæ pro Ma-
jestate Tuâ supplex nuncupat

MAJESTATIS Tuae

Parmae Kal. Maij 1683.

Humillimus atque Obsequentissimus
Servus

PAULUS CASATUS è Soc. JESU.

*Facultas R. P. Provincialis Societatis Jesu
in Provincia Veneta.*

EGO OCTAVIUS RUBEUS Societatis Jesu in Provincia Veneta
Præpositus Provincialis, potestate ad id mihi factâ ab
Adm. R. P. N. Præposito Generali Jo. Paulo Oliva, faculta-
tem facio, ut Opus inscriptum, *Mechanicorum Libri octo,*
Authore P. Paulo Casato Societatis Nostræ Sacerdote; ejusdem
Societatis Doctorum hominum judicio approbatum, typis
mandetur, si ita iis, ad quos pertinet, videbitur. Cujus rei
gratiâ has litteras meâ manu subscriptas, & sigillo officij mei
munitas dedi. Parmæ 23. Februarij 1681.

OCTAVIUS RUBEUS.

Summa Privilegij à Christianissimo Rege concessi.

LUDOVICUS MAGNUS Galliarum & Navarra Rex Christianissimus,
Diplomate suo sanxit, nequis per universos Regnorum suorum fines
intra decem proximos annos à die publicationis exemplarium computandos,
imprimat seu typis excudendum curet & venale habeat Opus quod inscribi-
tur, *Mechanicorum Libri octo, Authore R. P. Paulo Casato Soc. Jesu*; præter
Anissonios Bibliopolas Lugdunenses, aut illos quibus ipsimet concesserint.
Prohibuit insuper eadem auctoritate Regia omnibus suis subditis, idem
Opus extra Regni sui limites imprimendum curare, & impressum divende-
re, vel quempiam ubicumque fuerit ad id agendum impellere; ac instigare
sine consensu dictorum ANISSONIORUM; Qui secus faxit, confisca-
tione librorum, aliaque gravi pœnâ multabitur, uti latius patet in diplo-
mate regio. Dabatur Versaliis die vigesima prima Januarij anno Dom. 1684.

Ex mandato Regis.

JUNQUIERES.

MECHA

AD LECTOREM.



ERO in lucem prodit hæc Mechanicorum tractatio, & vix fide me abduco, quam dedi, cum Dissertationes de *Terræ Machinis motâ* quasi Prodrumum emisi ante plures annos: scilicet à studiis tunc abstractus, utpote alieni juris, & ad munera his non affinia translatus, multam salutem & Mathematicis disciplinis & Physicis dicere coactus sum; adeò ut demum tot elapsis annis urgente jam senio cogitationem omnem abjecerim de hujusmodi commentationibus, diffidens me posse ad hanc scriptionem satis temporis invenire, quin eam proxima mors interci-peret, & susceptum alienissimo tempore laborem irritum faceret. Adde quòd (pro meâ negligentia, quæ calamo parcit) temporis diuturnitate deletæ ex animo pleraque imagines vix tenue vestigium reliquerant, cui novis indu-ctis coloribus eas redintegrari posse confiderem. Amico-rum tamen officiosis stimulis me urgeri passus sum, ut sub-cisvis, quæ incurrebant, temporibus tentarem, an desti-natam animo tractationem, cujus brevem Synopsim au-ditoribus meis in Romano Collegio, anno labentis sæculi decimi septimi quinquagesimo quarto, tradideram, re-dordiri, & aliquâ ratione perficere liceret. Licuit autem, præter spem, toties dimissum calamum resumere, ut tan-

AD LECTOREM.

dem de singulis Mechanicis Facultatibus aliquid me scrip-
sisse invenerim, quod Mathematicarum disciplinarum can-
didatis profuturum amici censuerunt, si publici juris fieret.
Quapropter alienæ utilitati serviendum potius fuit, quàm
meæ voluntati.

Verùm ne te moveat, Amice Lector, quòd Mechanici
inscribantur libri, cùm tamen aliqua ad Centrobaryca, ali-
qua ad Statica pertineant. Cùm enim hæc ad pleniorẽ
eorum intelligentiam, quæ de Machinis disputanda erant,
referantur, nomen à scopo desumendum fuit: Nec deerat
ex Aristotele (si tamen ipsi tribuenda sit illa tractatio) suf-
fragium, qui Mechanicas Quæstiones inscripsit libellum,
in quo non de solis Mechanicis facultatibus agitur.

Methodum ne culpes, quòd non in Theoremata &
Propositiones rem totam digesserim, sed in Capita distri-
buerim, & quidem aliquando longiuscula: Brevitati nimi-
rum studens non amavi codice titulis implere, ne fortè,
ad ostendendam consequentium cum præcedentibus con-
nexionem, cogerer idem sæpius inculcare. Facilius au-
tem duxi ea, quæ conjuncta sunt, uno eodemque ca-
pite complecti, ut ex ipsâ verborum consecutione re-
rum cognatio innotescat. Præterquam quod, si formâ
illâ Mathematicis familiari usus fuisset, animum fortasse
induxisses, me mihi ineptè blandiri, & quasi Geometri-
cas ratiocinationes obtrudere ea, quæ satis probabili con-
jecturâ stabilire conatus sum. Quamvis enim non pauca
attulerim, quæ Geometricas demonstrationes recipiunt,
nec mihi videar pseudographis syllogismis deceptus; quia
tamen & apud Physicos & apud Mathematicos agenda
erat causa, multa fuere ad Philosophicas rationes revocan-
da; & quidem, quoad ejus fieri potuit, à receptis in scho-
lis

AD LECTOREM.

lis opinionibus mihi non erat hîc recedendum, ne quid temerè sine argumentis proferrem, aut ne longiùs ab instituto recederem, si quid novi, quæsitâ veri similitudine, molirer. Hoc videlicet mihi potissimum curæ fuit, ut Physicam admirandorum per Machinas motuum causam investigarem: in Physicis autem modum sciendi Geometricum inquirens, ne ab Aristotele redarguerer, timerem. Quare alia Geometricè, alia Physicè tractata æquo animo patere.

Stylum autem quid excussem? Non est, fateor, constans & perpetuus, suique similis: tum quia non eadem semper subiecta materia est, tum quia, prout tempus ferebat, animum inæqualiter affectum ad scribendum attuli; nec poterat æquabiliter fluere toties intercisa oratio.

Unum est inter cætera, quod fortasse desideres, nimirum illorum, qui de hoc eodem argumento scripserunt, sententias explicari, & quæ à me dicuntur, eorum auctoritate muniri. Plurimum sanè mihi lucis affulsisset ex doctorum virorum Commentariis, neque contemnenda ornamenti accessio hujus meæ lucubrationis tenuitati fieret ex diversis Authorum opinionibus: Verùm ut nunc res se habet, opportunâ librorum supellectile destitutus authorum mentionem facere plenam non potui, jejunam non debui, ne quis per contemptû prætermisus videretur. Mihi autem non ea est memoriæ firmitas, quæ, quid aliquando legerim, aut ubi legerim, satis explicatâ recordatione suggerat. Quòd si placuisset, corrogatis aliunde libris, magnificam hanc eruditionis pompam meæ qualicumque commentationi adhibere, non satis otii ad legendum suppetebat, & nimium temporis postulasset scriptio, si exponendæ primum, dein confirmandæ aut refellendæ fuissent aliorum

AD LECTOREM.

sententiæ: propterea satius duxi, quæ animo occurrebant, pro meâ consuetudine breviter simplicitérque scribere, vix aliquando tactâ alicujus Authoris opinione, quam in adversariis jampridem notatam inveni.


Nec te pluribus volo, Amice Lector. Multa habebis, quæ pro tuâ humanitate mihi condones, plura quæ amanuensi, plurima fortasse quæ Typographo, ubi præsertim de Numeris, & de Majori aut Minori Ratione sermo est; facilis enim contingit oscitanti hallucinatio, ut ab Auto-grapho aberret exemplar, & Numerus numero, verbum verbo commutetur: Non ægrè tamen ex adjunctis peti poterit correctio. In iis verò, in quibus à me per imprudentiam peccatum fuerit, à tuâ Sapientiâ faciliè patiar me dedoceri. Vale.



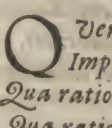
ELENCHUS

ELENCHUS CAPITUM.

LIBER PRIMUS. De Centro Gravitatis.

- CAP. I.  *Vid sit Centrum Gravitum & Levium.*
II. *An corpora praelita sint gravitate & levitate.*
III. *Quid sit Centrum Gravitatis, & Linea Directionis.*
IV. *An gravia centro vicina minus gravitent.*
V. *Qua ratione Centrum gravitatis corporum invenitur.*
VI. *Affertur ratio predictarum præcon.*
VII. *Quomodo gravia sponte ascendunt descendunt.*
VIII. *Cur gravium in plano inclinato descendunt alia repant, alia rotentur.*
IX. *Cur turres inclinatae non corruant.*
X. *An plurius structurarum capax sit Mons, quam subjecta planities.*
XI. *Quomodo animalium motus ordinentur ex centro gravitatis.*
XII. *An tellus moveatur motu trepidationis.*
XIII. *Qua ratione minuatur gravitatio in plano inclinato.*
XIV. *Qua ratione corpus gravitet in planum inclinatam.*
XV. *Inquiruntur Rationes gravitationis corporum suspensorum.*
XVI. *Tractiones ac elevationes oblique expenduntur.*

LIBER SECUNDUS. De Causis Motus Machinalis.

- CAP. I.  *Veni ad finem Machinae instruuntur.*
II. *Impetus motum proximè efficientis natura explicatur.*
III. *Qua ratione semel conceptus impetus pereat.*
IV. *Qua ratione vis movendi cum impedimenti comparatur.*
V. *In quo Machinarum vires sita sint.*
VI. *Quid attendendum sit in Machina collocatione, atque materia.*
VII. *Præstetne Machinam augere? an componere?*

ELENCHUS CAPITUM.

- VIII. *Cur majores rota motum juvent præ minoribus.*
IX. *Quid cylindri & Scytalæ ad faciliorem ponderis motum præsent.*
X. *Circulorum Concentricorum motus explicatur.*

LIBER TERTIUS. De Libra.

- CAP. I. **L**ibra forma & natura exponitur.
II. **L**ibra inequalium brachiorum expenditur.
III. *Quomodo Corporum æquilibria explicantur.*
IV. *An, & cur libra ab æquilibrio dimota ad illud redeat.*
V. *An fieri possit libra Curva.*
VI. *Quanam libra sint omnium exactissima.*
VII. *Libra dolosa vitia reteguntur.*
VIII. *Statera Natura & Forma explicatur.*
IX. *Antiquorum Statera examinatur.*
X. *Libra & Statera usus extenditur.*
XI. *Fundamenta præmittuntur ad explicandum, Cur gravia suspensa modò præponderent, modò æquilibria sint.*
XII. *Præponderatio & Æquilibritas gravium fune suspensorum consideratur.*
XIII. *An aliqua sit Libra Obliqua utilitas.*

LIBER QUARTUS. De Vecte.

- CAP. I. **V**ectis forma & vires explicantur.
II. *Quid in hypomochlij collocatione sit observandum.*
III. *Qua ratione statuendus sit Ponderi locus in Vecte primi generis.*
IV. *Momenta Ponderis in Vecte secundi generis considerantur.*
V. *Qua sit Ratio Vectis hypomochlium mobile habentis.*
VI. *Quanam sint momenta Vectis Ponderis fune connexam trahentis.*
VII. *Quid conferat Potentiam ventis applicatio ad Vectem.*
VIII. *Oneris ex Vecte pendentis momentum inquiritur.*
IX. *An duo ponderis gestantes aqualiter premantur.*

X. An

ELENCHUS CAPITUM.

- X. *An vis Elastica ad aliquod Vectis genus pertineat.*
- XI. *Cur longiora corpora facilius flectantur, difficilius sustineantur.*
- XII. *Unde oriantur forcipum, & forficum vires.*
- XIII. *Cur Tollenones juxta puteos constituentur.*
- XIV. *Remorum vires in agenda navi expenduntur.*
- XV. *Quomodo Naves à Gubernaculo moveantur.*
- XVI. *An Malus in motu navis habeat Rationem Vectis.*
- XVII. *An ex Rationibus Vectis pendeat usus Anchora.*
- XVIII. *Plures Vectis usus exponuntur.*

LIBER QUINTUS. De Axe in Peritrochio.

- CAP. I. **A**xis in Peritrochio forma, & vires describuntur.
- II. *Succula & Ergata usus consideratur.*
- III. *Tympani à calcante circumacti vires expenduntur.*
- IV. *An Axis in Peritrochio inveniatur etiam sine trahitione.*
- V. *Axium in suis Peritrochiis Compositione vires augentur.*
- VI. *Tympanorum dentatorum usus, & vires exponuntur.*
- VII. *Moletrinarum artificium ex Axe in Peritrochio pendet.*
- VIII. *Axis cum Vecte compositus auget Potentie momenta.*
- IX. *Multiplex Rotarum dentatarum usus innuitur.*

LIBER SEXTUS. De Trochlea.

- CAP. I. **T**rochlearum forma & vires exponuntur.
- II. *An Trochlea ad Vectem revocanda sit.*
- III. *An Orbiculi Magnitudo quicquam conferat.*
- IV. *Qua Ratione Trochlearum vires augeantur.*
- V. *Trochlea Trochleis addita plurimum augent momenta Potentia.*
- VI. *Trochlearum ope moveri potest pondus velociter.*
- VII. *Quàm validum esse oporteat Trochlearum retinaculum.*
- VIII. *Aliqui Trochlearum usus indicantur.*

LIBER

ELENCHUS CAPITUM.

LIBER SEPTIMUS. De Cuneo, & Percussionibus.

- CAP. I. **C**unei forma & vires explicantur.
II. Cunei inflexi vsus ad movendum.
III. Cuneus Perpetuus circulo excentrico effingitur.
IV. Ex Cylindro construi potest Cuneus Perpetuus.
V. Cuncum Perpetuum Circulus inclinatus imitatur.
VI. Unde oriatur vis Percussionis.
VII. Quàm dispares ex motûs velocitate sint Percussiones.
VIII. An validior sit ictus Mallei à Situ Verticali ad Horizontalem, an verò ab Horizontali ad Verticalem descendens.
IX. Quomodo Percussiones ex Molo pendeant.
X. Quid conferat resistentia corporis percussi.
XI. Quomodo ex Percussionibus determinantur Reflexiones.
XII. Quomodo Impetus in Percussione communicetur.
XIII. Cunei usus promouetur.

LIBER OCTAVUS. De Cochlea.

- CAP. I. **C**ochlea forma & virtus describitur.
II. An utilis sit Cochlea duplex contraria.
III. Cochlea cum Vecte, atque cum Axè componitur.
IV. Cochlea Infinita vires explicantur.
V. Cochlea usus aliqui indicantur.

MECHA



MECHANICORUM LIBER PRIMUS.

De Centro Gravitatis.

MACHINARUM vires, quibus innata corporum in motum aut quietem propensione obsistimus, exploraturus, præterire non possum gravitatem ipsam: ne scilicet ignoretur, quid arte vincendum sit. Ideo primum hunc Librum Centro gravitatis tribuendum censui, cum plura ex illo pendeant examinanda in posterioribus. Neque tamen hic subtilissimam illam statices partem persequar, quæ in corporibus singulis gravitatis centrum investigat: id enim, & abundè ab aliis præstitum, & mihi in hac tractatione minimè necessarium; quippe cui satisfuerit centrum illud physicè perspectum habere, quatenus præcavendum est, ne alienâ ponderis ad machinam applicatione longè alia fiat momentorum ratio, quàm oporteat. Ut autem Centri gravitatis notitia clarior habeatur, non inutile ducam quæstiones aliquot ad illud enucleatius explicandum pertinentes addere, ut ipsis etiam tyronibus fiat satis: quamquam enim illis machinalis scientia carere posse alicui fortasse videatur, rem tamen penitus introspectans eas extrâ mechanicæ considerationis fines positas non esse cognosceret.

CAPUT I.

Quid sit Centrum gravium, & levium.

QUoniam hæc rerum universitas corpora diversæ inter se rationis complectitur, eorum ordo aliquis necessarius fuit

A

ut suo unumquodque loco disponeretur ; atque adeò æquum fuit , ut singulis à natura ea tribueretur facultas , quâ & se suo in loco , hoc est , juxta insitam propensionem sibi debito , conservare possint , & ad illum se ipsa promoverè , si fortè indè dimota fuerint. Quia verò æqualia non nisi æqualiter , similique ratione disponenda erant , nullum autem corpus præter sphæram habet perfectam in partium dispositione æqualitatem , debuerunt corpora omnia orbem unum constituere. At in sphæra punctum unum est , à quo æqualibus radiis extremæ superficiei partes remouentur : igitur ex ordine ad punctum hoc , quod Centrum dicitur , comparanda sunt corpora ; quatenus cum naturâ impellente moventur , ut in loco sibi debito , à quo per vim sejuncta fuere , demum consistant , vel ad centrum hoc accedunt , vel ab eo recedunt.

Et quidem si ad centrum accedant , gravitare dicuntur , si verò recedant , levitare : & quæ propiora centro consistunt , graviora , quæ autem remotiora , leviora quoque censentur secundum speciem gravitatis , & levitatis : quicquid sit quod æqualia esse possint secundum gravitatem absolutam , aut etiam sæpè contingat minus habere gravitatis absolutæ id , quod est gravius secundum speciem. Sic libra plumbi æqualis est libræ aquæ , immò minor centum libris aquæ ; quia tamen plumbum infra aquam descendens fit centro vicinior , etiam gravius est secundum speciem. Quod si comparare velis duo corpora solida , quæ sibi sua duritie ita obfistunt , ut neutrum intra alterum moveri possit tanquam in medio ; illud esse secundum speciem gravius affirmabis , quod datâ paritate molis cum alio corpore , cum quo comparatur , staterâ expensum in eodem medio , in quo utrumque gravitat puta in aëre , plus habere ponderis deprehendes. Sic aurum est ferro gravius in specie , quia ex æqualibus molibus auri & ferri , aurea est ponderosior.

Generatim autem loquendo ea sunt in specie graviora , quæ sunt densiora , ea verò in specie leviora , quæ rariora : nam & inflata vesica ob aërem constipatum gravior est , quàm flaccida ; & Æolipilam candentem , aëre intus vi caloris raro , leviorè primùm , postea , ubi refrixerit , graviorem esse experimento didicimus , aëre assumptam raritatem abjiciente. Cum enim radij à sphæræ centro ad superficiem ducti longius à se invicem

Liber primus. CAPUT I. & II.

3

cem recedant, æquum fuit, ut quæ plus habent materiæ atque substantiæ sub minori mole, in angustiore spatio collocarentur; ea verò, quæ sub majoribus dimensionibus continentur, ampliora spatia occuparent, ubi radij magis distant: ut videlicet hac ratione æqua substantiæ distributio fieret in totâ spherâ. Hinc vides, cur idem corpus, eo ipso quod rarum sit, ascendat, ut aqua in vaporem resoluta (nisi aliunde ad descendendum determinetur, ut aurum fulminans) quia materies eadem sub majoribus dimensionibus petit longius abesse à centro, ibique tantisper conquiescit, dum constipata, atque minorem in molem redacta, iterum descendat.

Quare centrum hoc, quod motus, vel quies corporum respicit, dicitur *Centrum gravium, & levium*; atque idem creditur esse cum centro universi: vel saltem (ne parùm utili nos disputatione torqueamus) centrum eorum, quæ in hac spherâ elementari gravia, aut levia dicuntur, idem est cum centro terræquei hujus globi, ut quotidiana docet experientia: quicquid sit, an pars lunaris globi, si à lunâ sejungeretur, reditura esset ad lunam, ut ad centrum sui motus. Tam itaque, quæ hujusmodi centro proxima sunt, deorsum posita dicuntur, sursum verò, quæ ab eo longius collocata sunt. Hinc telluris superficiiei insistentes caput sursum, pedes deorsum habere dicimur. Ille verò, quamvis rectus, & pedes, & caput sursum haberet, cuius umbilicus huic centro universi congrueret. Per quod pariter centrum si scala ducta intelligatur, duo possent sibi non occurrere invicem, licet alter ascenderet, alter descenderet; hic siquidem accederet ad centrum, ille inde recederet: per eam verò posset uterque ascendere, & tamen licet, æquali motu moverentur, semper invicem distarent magis, quò à centro ad oppositas partes recederent.

C A P U T II.

An corpora prædita sint gravitate, & levitate.

INter ea, quæ planè homogenea sunt, ordo esse non potest à naturâ institutus: hinc si nulla esset corporum dissimilitudo,

A 2

fed ex omnino similibus substantiæ partibus totus hic orbis conflaretur, nulla quoque esset aut gravitas, aut levitas. Quid enim hæc potius pars, nulla naturæ conditione à cæteris discreta, petat abesse à centro, illa verò exigat in eo conquiescere: verum quia multiplici corporum genere coagmentata rerum universitas inconcinna esse non potuit, suum cuique locum natura tribuit, in quo se sisteret, ut infra hæc quidem descenderet, suprà illa verò ascenderet, si quando sibi invicem contigua fierent ordine præpostero, nec ullus esset motui obex. Cum itaque corpora singula insitam habeant propensionem (ab Aristotele dicitur *ὀρμή*) qua petunt certum locum in universo; constat præter descendentium gravitatem dari etiam positivam levitatem, quâ corpus aliquod se ipsum promovet ad superiores partes universi à centro magis distantes, neque solum admittendam levitatem negativam, quâ corpora minus gravia censentur levia, si eorum cum gravioribus fiat comparatio. Nam si ea, quæ levia dicuntur, eatenus dicas ascendere, quatenus à gravioribus in inferiorem locum descendentibus propelluntur; mihi æquè liberum erit tollere omnem positivam gravitatem, solâ levitate admittâ; & omnia pariter solvam dicendo ea gravia censerî, quæ minus levia sunt, atque ideò tantum descendere, quòd extrinsecus à levioribus ascendentibus loco pulsa detrudantur, non quòd ab internâ facultate deorsum impellantur. Quod si vel gravitas de medio tollenda sit, vel levitas, satius est levitatem relinquere; naturâ videlicet ad altiora semper, & perfectiora aspirante, nec adeò contentente de infimo loco. Quare cum per gravitatem solam æquè ac per solam levitatem motus isti explicentur, cæteroqui autem ingenita sit unicuique corpori sui loci exigentia; utramque admittere rationi maximè consentaneum fuerit.

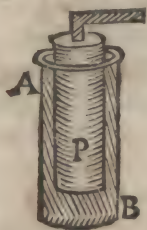
Vitreum globum vacuum, qui in tubulum recurvum designat, quoad fieri potest, calefactum, ut inclusus aër rareseat, Hermeticè claude: tum adjiciatur congruens plumbi gravitas, quâ infra aquam deprimatur. Sit autem globus, unâ cum adjecto plumbo, connexus cum exquisitæ libræ brachio, aut lance, ejusque gravitas intrâ aquam exploretur: ubi gravitas innotuerit, adhuc sub aquâ retineatur globus, sed longiore forcipe extremum tubuli caput occlusum frangatur: & animad-

vertes

vertes globi vitrei cum appenso plumbo gravitatem augeri; cuius incrementum indicabitur ab addito in oppositâ lance pondere ad constituendum æquilibrium. Cùm itaque idem maneat vitrum, idemque plumbum, & nulla facta sit alicujus gravitatis accessio, illud unum superest, quòd aër rarus intrâ globum conclusus levior, quàm idem aër, aperto tubulo, sibi restitutus, plus elidit gravitatis plumbi & vitri; atque moles composita ex plumbo, vitro, & aëre raro, secundùm speciem levior est, quàm moles ex plumbo, vitro, & aëre non raro. Aër igitur intra aquam ita levis est, ut aliquid gravitatis imminuat: Nam si globum eundem ex aquâ extractum, omni aëre excluso, aquâ repleveris, & iterum eodem plumbo adjecto ejusdem gravitatem intrâ aquam examinaveris, illam adhuc majorem deprehendes; quia scilicet nulla levitas aëris adest, quæ aliquam deterat gravitatem, sed illa solum perire videtur, quam infert discrimen gravitatum secundùm speciem, ut ex Hydrostaticis constat. Neque suspiceris hæc gravitatum incrementa oriri ex aquâ subeunte per apertum tubulum, cùm aër assumptam ex calore raritatem abjicit, se in naturalem suam molem restituens, sive, aëre prorsus excluso, ex aquæ globum implentis gravitate. Si enim vitrum aliud aut nullius, aut modicissimæ aquæ capax, sed ejusdem in aëre ponderis cum assumpto globo, similiter in aquâ expendas, eandem invenies gravitatem, sive multâ, sive modicâ aquâ repletum fuerit. Non igitur aqua intrâ aquam gravitatem auget.

Sed illud, ut reliqua fileam, non leviter suadere potest corpora suis nutibus non deorsum tantum, sed etiam sursum conari, quod mihi haud ita pridem aliud investiganti contigit observare. Cum enim animadvertissem aliquando, quàm dispar esset gravitas aquæ dimidiam situlam implentis, si illa in superficie horizontali libraret sese, ac quandò supposita ligneo globo firmiter cum superiore tigillo coherenti altius ad latera assurgebat locum globo concedens, quem tamen non sustinebat; subiit animum cupido tentandi, an bubula vesica inflata transversis virgulis infra vasis labra depressa ita, ut eam aqua circumplecteretur, vim haberet pariter augendi momenta gravitatis; aquam siquidem cogeat assurgere ad altitudinem majorem perpendicularem, ac quandò, vesicâ liberè innatante,

subsidebat. Inveni tamen nullum planè observari posse in gravitate discrimen, quamvis tam amplà esset vesica, ut facile dimidiam vasis capacitatem impleret: in utroque enim casu pondus fuit lib. 44 $\frac{1}{2}$. Id mihi, fateor, accidit præter opinionem:

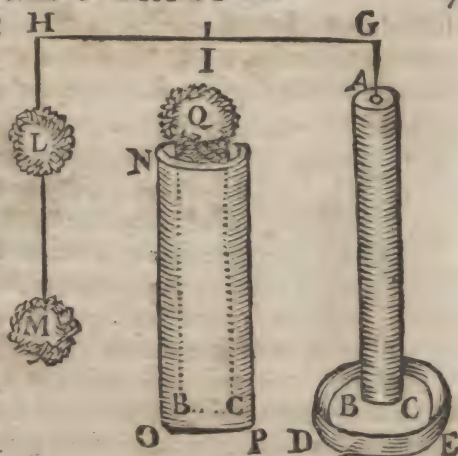


Nam si ex pariete extet tigillus, cui adnectatur cylindrus P, aut vesica ritè firmata, ferè implens capacitatem vasis A B, vasque illi supponatur ita, ut aqua deinde infusa possit libère cylindro circumfundi; percipies onus longè majus, quàm pro gravitate aquæ infusæ, si permitteretur subsidere: & si vas ex statera pendeat, adducto reductòve sacomate apparebunt momenta gravitatis longè majora, quàm si tota illa aqua fundum peteret, & cylindri pars, quæ priùs immergebatur, abscissa, aut vesica innataret. Intelligebam id ex majori altitudine perpendiculari aquæ supra eandem basim oriri; nam depresso vase ita, ut paulatim cylindrus emergat, & aqua subsidat, semper minuitur pondus: idem futurum sperabam, si vesica intra aquam non ab extrinseco obice detineretur, sed à virgulis cum vase ipso connexis; quandoquidem aqua ad eandem pariter altitudinem assurgebat super basim eandem: at spem fefellit eventus. Nec alia mihi se obtulit probabilior ratio, quàm ut existimarem aquam altiore vehementius quidem deorsum niti, vesicam tamen leviorè altiùs depressam, conantem sursum, æqualiter contendere, ut emergeret; cum verò nifus iste sursum oppositas virgulas, atque adeò vas cum illis connexum urgeret, elidi adversum impetum deorsum, qui à majore altitudine perpendiculari aquæ oriebatur, & solum remanere conatum ex ipsorum corporum substantià permanantem, quæ sicut eadem semper erat, sive innataret vesica, sive per vim immergeretur, ita eadem obtinebat gravitatis momenta. Quo experimento (quamquam non me lateat, quid pro se afferre hîc possent aliter sentientes) visus mihi sum deprehendere non obscurum positivæ levitatis vestigium.

Ut autem levitatem corporibus adimendam affererent ingeniosi Academici, hoc potissimum ducti sunt experimento.

Lignum

Ligneum cylindrum ABC plano horizontali D, E, perpendicularem statuerunt; & ut cylindri basis subjecto plano exactè congrueret, laminas duas accuratissimè lævigatas, tum cylindri basi, tum subjecto plano firmiter adnexas voluerunt. Tum ne aer facillè inter utrumque subiret, erecto supra planum in orbem ex cretà, aut cerâ aggerulo, argen-



tum vivum infuderunt. Cylindrum extremo libræ jugo G, alligârunt, addito in oppositâ libræ extremitate H pondere L cylindri pondus adæquante; quod utique cylindrum elevare non potest. Additum igitur est & aliud pondus M usque eò, dum cylindrus à subjecto plano avelleretur, & fuit librarum circiter trium: quam mensuram arguunt esse resistentiæ cylindri contiguo plano adhærentis metu vacui. His peractis concavum vas cylindricum NOP, æqualis aut majoris altitudinis parârunt, laminâ pariter perpolitâ vasis fundo adnexâ, cui impositus fuit cylindrus, adeoque adhæsit, ut, pleno-mercurij vase, omninò non avelleretur, ut innataret; sed tunc demum argento vivo innatavit, cum per vim à vasis fundo avulsus est cylindrus: cui, ut iterum fundum peteret, & argento vivo immergeretur, imponendum fuit pondus Q librarum circiter quinque. Vis ergo levitatis ligni in mercurio (si qua levitas esset) æstimanda esset ut quinque, cum vis adhæisionis metu vacui solum inventa sit ut tria: debuisse igitur levitas ita prævalere, ut adhæisionem vinceret, & cylindrus sponte elevaretur. Non est itaque levitas, quæ ligneum cylindrum innatare cogit, sed mercurij gravitas major ipsa est, quæ lignum elevat, cum primum locus patet, in quem descendat.

Sed antequam experimentum hoc ad examen revocemus, ut innotescat, quid hinc confici possit ad levitatem excludendam, haud ægrè permiserim, cum in abeuntis suâ sponte corporis

poris locum corpus aliud suapte vi, & naturâ succedit, ab hoc illud urgeri posse, ut velocius moveatur: duo scilicet corpora diversæ secundum speciem gravitatis si fuerint perturbatè disposita intrâ medium, in quo utrumque gravitat, nil mirum, si à graviore majori nisu conante extrudatur minùs grave: id quod etiam de duobus levibus dicendum perturbatè dispositis in medio, ubi utrumque levitat: duobus enim simul currentibus, ab eo qui ponè subsequitur, si majoribus viribus polleat, priorem urgeri atque impelli palam est, quamquam motus universus impulsioni tribuendus non sit. Ita quoque ascendentem in mercurio ligneum cylindrum à descendente mercurio sursum urgeri aliquatenus posse non diffitebor, sicut & mercurium ipsum repugnare, ne sursum propellatur, atque ab eodem lignum innatans prohiberi, ne descendat: hinc tamen non sequitur ligni ascendentis motum, aut innatantis quietem, prægravis mercurij viribus omnino adscribi jure debere, nam, & sua vis ascendendi, atque consistendi, ligno ipsi tribuenda est.

Quid quòd ipsæ innatantis cylindri portiones, altera quidem mercurio immersa, altera verò extans, levitatem ipsi ligno insitam declarant? Quid enim partis immerse ad extantem (si moles spectetur) ea ratio est, quæ specificæ gravitatis ligni ad differentiam gravitatum ligni, atque mercurij: nisi quia portiones mercurio immerse levitas, atque extantis in aëre gravitas, æquilibratam constituent; quemadmodum in *Terra machinis mota dissert.* 5. n. 105. explicatum est. Hanc porrò æqualitatem Algebricè sic ostendo. Ratio gravitatis ligni ad gravitatem mercurij sit ut S. ad R; differentia est R-S. Ponatur cylindri pars immersa. A. Quia igitur ut specifica gravitas corporis innatantis ad differentiam gravitatum, hoc est ut S ad R-S, ita pars cylindri immersa A, ad extantem R in A-S in A

$\frac{R}{S}$; Si pars extans in aëre in suam gravitatem S ducatur, pars verò immersa A in differentiam gravitatum R-S, hoc est in -R + S, quia est deficiens, efficitur hinc quantitas R in A-S in A, hinc verò -R in A + S in A, quæ se invicem elidunt. Æqualia igitur sunt levitatis, & gravitatis momenta. Sit enim exempli causâ gravitas ligni ad gravitatem mercurij,

Liber primus. CAPUT II.

9

mercurij, ut S. ad 13. differentia est 8. Est igitur cylindri pars immersa ejusdem $\frac{1}{13}$, extans verò $\frac{8}{13}$: at portio immersa deficit à gravitate mercurij secundum speciem ut 8; igitur $\frac{8}{13}$ in - 8 dant $\frac{40}{13}$: item partis extantis gravitas in aëre est S; igitur $\frac{8}{13}$ in 5 dant $\frac{40}{13}$: configunt itaque inter se pari conatu levitas $\frac{40}{13}$ & gravitas $\frac{40}{13}$, adeoque fit consistentia & innatat lignum.

Sed jam ad propositi experimenti examen descendamus. Aio cylindri resistantiam ex adhæsione metu vacui non satis exploratam fuisse per libram; hæc enim dum ex pondere M deorsum inclinatur, extremitas G sursum elevata arcum describit, ac proinde cylindri ascendenti motus non est per lineam horizontali plano perpendiculariter insistentem, sed per inclinatam: Quare cum A. versus I libræ centrum trahatur, cylindri basis non incipit elevari parallela horizonti, sed cum inclinatione, ita ut C prius elevetur, quàm B: ea autem, quæ sibi invicem adhærescunt, multò facilius divelli manifestum est, si id cum inclinatione fiat, quàm si servandus sit parallelismus. Adde in hac inclinatione facilius adhuc divelli cylindrum à supposito plano, quò longior cylindrus fuerit; habet scilicet rationem vectis, cujus potentia est in A, hypomochlion in B, resistantia vincenda in C. Quare pondus M non aptè metitur resistantiam, quæ oritur ex corporum adhærescentiâ, metu vacui, sed hæc multò major est, si ad perpendicularum motus fieri debeat; quemadmodum & fieri oporteret, si in vase N O P mercurij pleno cylindrus fundo adhærens rectâ ascenderet. Quamvis igitur pondus Q librarum quinque admitteretur mensura levitatis, non continuò argui potest hujus excessus supra resistantiam adhæisionis. Quin immo affirmare ausim, si libræ loco adhibita fuisset amplior trochlea, & ex funiculo ejus orbitam cõplectente hinc cylindrus A, hinc verò pondus M ad perpendicularum pependissent, non satis futurum fuisse pōdus librarum trium, sed multò majus adhibendum fuisse, ut cylindri resistantiam superaret; fuisset enim avellenda basis servato parallelismo.

Quantum autem virium, ferè supra fidem, habeat vacui horror ad corpora retinenda, satis apertè declarant gravia, quæ suspenduntur. Ego sanè vidi marmoreum mortarium communis magnitudinis satis vulgari artificio suspendi vitreo cyathò:

B

mortarij scilicet fundo exteriùs aptata fuerat massa ex farinâ ad formandos panes recens macerata, & aquâ ita subacta, ut illi tenaciter cohæreret: tum vitreo calici injecta stuppa admoti igne exarsit, applicitusque calix massæ eam attraxit, sicut & medicorum cucurbitulæ carnem attrahunt: quare accepto calicis vitrei pede facile fuit mortarium elevare, & suspendere. Quod si marmoreum mortarium ex metu vacui in aëre pendulum hæsit, quid mirum si & ligneus cylindrus subjecto plano adhærescens in mercurio stetit?

Nondum itaque ex hoc experimento, aut ex similibus, ubi metu vacui suos motus moliri corpora non possunt, satis habemus argumenti, quo levitatem, solâ gravitate retentâ, expungamus. Hujusmodi est illud, ubi in lignei vasis fundo excavatur scaphium, cui exquisitè congruat eburneus globus, qui superinfuso hydrargyro non ascendit. Neque enim ideò non ascendit, quia rima nulla patet argento vivo, per quam subiens extrudat eburneum globum, sed quia ita sibi exquisitè congruunt ebur, & lignum, ut vis ipsa ascendendi vincere non valeat vim adhærescentiæ. Nam & eadem vis in aëre suspendit corpora gravia, ne descendant. Quamvis autem non totum hemisphærium globi eburnei, sed solum ejus maximus circulus congrueret excavato ligno, & cavitas ipsa aëre repleretur, non propterea tollitur vis adhærescentiæ illius annularis; quia scilicet vis ascendendi in hydrargyro tanta non est, ut valeat inclusum ibi aërem distrahere, sicut opus esset ad incipiendum motum citra periculum vacui, & præterea superanda est resistantia hydrargyri dividendi; corpora enim in motu dividunt medium, pro cujus crassitudine resistantiam experiuntur. Adde hemisphærium inferius in aëre tanquam in loco positum gravitare non minùs, quàm hemisphærium superius levitet in hydrargyro; proinde nil mirum, si globus non ascendat. Quod si aëre excluso locum illum impleveris hydrargyro, & eburneum globum ita foramini aptaveris, ut illi exquisitè congruat; si in superinfuso hydrargyro globus non ascendat, indicio est ita globum esse foramini infixum, ut neque valeat elevari à subjecto hydrargyro in scaphij formam per vim excavato: neque enim facile mihi persuadebis specificarum gravitatum differentiam exigere, ut hemisphærium integrum præcisè extet: præter

præter quam quod si non valebat subjectum aërem distrahere, multò minùs id in hydrargyro præstare potest, ut vacuum evitetur.

At, inquis, fistulam quadricubitalem spiritu vini plenam cum globulo innatante si clauderis, & inverteris deorsum, ascendet globulus spatio 200 vibrationum perpendiculi; in eadem verò fistulâ communis, & simplicis aquæ plenâ ascendet subduplo tempore 100 vibrationum. Cur hoc? nisi quia aqua ut pote gravior validiùs extrudit globulum, quàm spiritus vini. Nihilominus: si gravia in levibus magis gravitant, & velociùs descendunt, quò major est specificarum gravitatum differentia; vicissim levia in gravibus magis levitant, & velociùs ascendunt, quò major est secundùm speciem levitatis differentia: Atqui spiritus vini magis accedit ad specificam levitatem innatantis globuli, aqua autem magis differt; in aquâ igitur globulus magis levitat, & velociùs ascendit, sicut lapis in aëre velociùs descendit quàm in aqua, aut in melle.

Addis iterum. Vitreo vasculo, cui longior fistula adhæreat, fomitem cum filo sulphurato ope fili ferreiingere, ut vitrum tangat: totum imple hydrargyro, & converso deorsum osculo descendit hydrargyrus; atque subsistit in altitudine cubiti, & quadrantis: admotâ lucernâ vitrarij vitrum calefiat, ut fomes cum filo sulphurato accendatur: fumus descendit, nec nisi aperto superiore vasis osculo ascendit, aëre videlicet subeunte, à quo extrudatur sursum. Nego fumum ab aëre sursum extrudi, sed qui gravior spiritu raro mercurij in illo descendeat, ubi aërem tangit, ut pote levior in illo ascendit.

Non ausim tamen in lapide, qui gravitatem in aquâ & aëre, levitatem in mercurio, aut plumbo liquente obtinet, duplicem statuere virtutem, quarum altera sursum, altera deorsum connitatur: Cum enim impetus motum efficiens (ut infra constabit) ejusdem naturæ sit, in quamcunque demum orbis plagam dirigatur motus; satis video ab uno eodemque principio, pro variâ contigui corporis conditione, ascensum, descensumve prodire posse. Quandoquidem motus, qui in eadem lineâ perficitur, similes planè includit ubicationes successivè acquisite, sive ascensus sit, sive descensus, ordine tantùm in earum adeptione, commutato. Quare cum ascensus à descensu hoc

uno differat, quòd quam ubicationem lapis demùm obtineret post alias propè finem motûs, si fuisset centro propior quàm mercurius, eam acquirat sub initium motûs ante alias, si in mercurij locum aër aut aqua surrogetur centro vicinior quàm lapis: ad ordinem hunc permutandum non videtur necessaria virtutis motricis dissimilitudo; nihil quippe producitur dissimile. Sed si quis sufficere dicat conditionum varietatem, nihil absònum fortè loquatur: debuit enim una virtus activa in sui effectus productione non uni tantùm conditioni alligari, sed pro earum varietate modum quoque operandi mutare posse, modò præstitutos fines, quoad substantiam, non transiliret.

Neque arbitror hoc tantùm sensu negatam ab aliquibus levitatem positivam; potuissent enim æquè negare gravitatem, admissa solùm potentia motrice. Sed si vis ista se movendi deorsum gravitas positiva dicenda est, cùm eadem sit virtus se movendi sursùm, cur levitas positiva non fuerit? Qui enim levitatem à gravitate sejunctam negat, non illicò levitatem expungit: quemadmodum Angelos intelligentiâ aut voluntate diminutos non asserunt ij, qui vitalium facultatum distinctionem non agnoscunt. Nullum igitur corpus simpliciter, & absolute grave dicendum est, nisi quod cæteris omnibus ita petat subesse, ut nequeat raritatem assumere, vi cujus evadat levius corpore simili quidem secundùm naturam, dissimilis tamen raritatis: nullum simpliciter, & absolute leve, nisi quod ita exigat extremam orbis laciniam occupare, ut nunquam constipari possit, ac fieri gravius proximo corpore rariore. Reliqua omnia non nisi comparatè gravia, aut levia dici possunt: sic plumbum grave est in aëre, grave in aqua, at pariter leve in mercurio, leve si cum auro conferatur.

Hinc corpus in loco sibi debito constitutum, sèque ibi conservans (extra tamen sphaeræ centrum, nec in extimâ orbis elementaris superficie) ob idipsum, quia obsistit non tantùm, ne infra subjectum corpus deprimatur, verùm etiam; ne in locum superioris attollatur, & levitare simul dicendum est, & gravitare. At si in alienum locum transferatur, quia in medio levio-
re ita repugnat ascensui, ut petat descendere, solùm gravitat; quia verò in graviore ita depressioni reluctatur, ut exigat ad superiora evadere, solùm levitat. Quod si corpora hujusmodi
in

in actu secundo gravitare aut levitare tunc solum dixeris, quando illa in locum non suum translata aut descendere expetunt, aut ascendere, vel re etiam ipsa descendunt, aut ascendunt, non admodum repugnabo; modo conatum illum, quo se suo tutantur in loco, gravitationem, & levitationem saltem in actu primo, aut pariter asseras, aut pariter neges.

Porro motus omnis gravium, & levium sicut in vacuo exerceri non potest (ut in *Vacuo Proscripto cap. 2. num. 9.* ostendi) ita in medio fit, vel tardius, vel citius, tum pro majori vel minori ipsius medij resistantia ad scissionem partium magis, vel minus connexarum, tum comparata gravitate seu levitate mobilis cum levitate seu gravitate medij. Hinc est gravibus minus resistere leviora, magis vero, quæ minus levia, cæteris paribus: sic aer minus resistit lapidi cadenti, quam si idem lapis inciperet moveri in aqua, quæ minus levis est, quam aer. Ex opposito autem levibus graviora minus resistunt, quæ autem minus gravia, magis resistunt: sic exhalatio ex fundo aquæ, in vitreâ phialâ ad ignem expositâ, per aquam ascendit velocius, quam deinde extra aquam posita ascendat in aëre, ubi fumeam naturam induerit. Unde patet non adeo solidum ab aliquibus ex hoc experimento sumi argumentum negandi positivam levitatem. Quæ enim de gravibus ex comparatione cum levibus dicuntur, ea de levibus, proportionem servatâ, dicenda sunt, si cum gravibus conferantur. Cur autem gravibus leviora, levibus graviora minus resistant, ratio est, quia mobile movetur in medio propter dissimilitudinem; nam si corpus contiguum esset, simile non moveretur; quando igitur major est dissimilitudo, debet velocius moveri, segnius autem, & lentius, quò propius abest à similitudine, donec in simili demum quiescat.

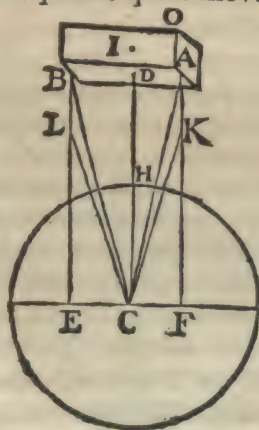
Est itaque in corporibus gravitas, & levitas, vi cujus motus aliquos juxta naturæ propensionem perficiunt, ut certo denique in loco consistant, ejusdemque vi resistunt, ne oppositis motibus cieantur, & à suæ quietis loco avellantur. Quamvis autem eadē maneat gravitas aut levitas, non idē tamen est semper momentū (Græcis *εἶς*) hoc est actualis ad motum inclinatio, dum in actione est; hæc enim, ut infra patebit, ut plurimum ex positione, & situ mutatur, vel comparatè ad mediū, in quo perficitur motus.

CAPUT III.

Quid sit centrum gravitatis, & linea directionis.

Quamvis non minùs levitate, quàm gravitate prædita sint corpora, quia tamen frequentius gravitatem vincere conamur, quàm levitatem; ideò illa potissimum cadit sub contemplationem scientiæ Machinalis: vix enim aliquando contingere poterit, ut opus sit infra aquam corpus aliquod leve per vim deprimere. Hinc factum est, ut de solo gravitatis centro sermo communiter sit, levitatis autem centrum silentio obvolvatur: quia nimirum quæ de gravitate descendente explicantur, ea de levitate ascendente, pro rata portione, dicta facile intelliguntur.

Ad centrum terræ (quod & centrum gravium ac levium dicimus) properant corpora quæcumque gravia in medio levioze constituta sibi redduntur, ut motus suos perficiant. Quoniam verò natura finem propositum per media, quæ potest, brevissima prosequitur, ambages, & diverticula fugiens; moventur per lineam rectam, ut pote brevissimam, nisi externo aliquo impedimento cogantur à rectitudine deflectere: Hæc autem recta linea intelligi debet ex terræ centro ducta ad corpus ipsum, quod movetur; ac proinde tùm in sphericam su-



perficiem; tùm in planum Horizontis ad perpendicularum cadit. Sed quia corpus, quod deorsum contendit, plures habet partes, quibus constat, singulas suâ gravitate præditas, lineæ verò à singulis hisce partibus exeuntes in terræ centro concurrunt; fieri non potest, ut servatâ corporis figurâ, atque continuo partium nexu non dissoluto, per rectam suam lineam ad centrum ductam unaquæque pars descendat. Si enim parallelepipedum AB in aëre dimittatur, ut spon-

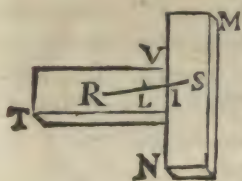
te

te sua descendat, fieri non potest, ut A rectam AC percurrat, quin oppositum extremum B à recta BC longissimè recedat, & contra: utramque verò extremitatem simul A & B rectâ in centrum C tendere non posse est manifestum: Quare cum sibi invicem obsistant æqualiter, ob gravitatis æqualitatem, eas ex perpendicularibus AC, BC æqualiter secedere oportet ad latera, atque parallelas BE, AF descendendo describere. Eadem est ratio de cæteris partibus æquali intervallo sejunctis à medio D; omnes enim à suis perpendicularibus recedunt, præter punctum medium D, cujus perpendicularis DC parallela est lineis à reliquis partibus in motu descriptis. Ex omnibus itaque particulis datum grave componentibus, ea solum, quæ puncto D imminet, per rectam DC in centrum moventur; quæ tam plano horizontis in C, quàm superficiei sphaericæ in H perpendicularis est; cæteræ verò parallelæ BE, AF perpendiculares quidem in horizontem cadunt, sed sphaericam superficiem obliquè secant.

Jam verò si ejusdem parallelepipedum aliud planum AO horizonti parallelum moveri versùs C intelligas, erit in eo similiter aliud punctum unicum, quod rectam DC percurrat; & intra corporis soliditatem unica linea puncto illi imminens viâ eâdem in centrum perget non declinans à perpendiculari: cæteræ partes, tam quæ ad dextrâ, quàm quæ ad levâ, tam quæ antè, quàm quæ ponè, sibi mutuò adversantes à recto in centrū itinere deflectent æqualiter. Cum itaque, in priori positione, linea puncto D imminens, esset in communi sectione planorum, quorum alterum partes dextras à sinistris, alterum anteriores à posterioribus æqualiter secernebat; in secundâ autem positione linea à perpendiculari non recedens sit quoque in duorum planorum communi sectione, quibus pariter corporis gravitas in aquas tribuitur partes; unum verò ex planis secantibus sit utrique positioni commune; unicum est punctum tribus planis commune, in quo binorum planorum sectiones se invicem secant, & sit ex. gr. punctum I; quod unicum rectâ pergit in centrum C, quemcumque tandem situm in motu obtineat corpus datum AB, ipsum enim est duabus illis lineis commune, quæ in singulis positionibus ad sui perpendiculari latera non recedunt: cætera illarum linearum puncta, mutatâ positione corporis, lineam quoque motus mutant. Illud

Illud itaque punctum in quocumque corpore gravi, quod semper in motu describit lineam rectam in terræ centrum ductam, dicitur *Centrum Gravitatis*; & linea, quæ centrum gravitatis conjungit cum terræ centro, *Linea directionis* dicitur; secundum quam videlicet dirigitur motus, & dimentienda est corporis à centro terræ distantia, si quatenus grave consideretur. Porro punctum I centrum gravitatis dicitur, quia centri nomen tribuitur puncto, quod est medium: & quemadmodum magnitudinis alicujus centrum vocatur punctum illud, quod æquales magnitudines circumstant, si partes, quæ ex adverso sunt, accipiantur; ita in gravibus centrum gravitatis dicitur, quod æquales gravitates, vel æqualia gravitatum momenta circumstant. Quod si punctum I non haberet hinc, & hinc æquales gravitatum vires, ab alterutrà parte præstante viribus propelleretur in latus extra lineam directionis, à quâ nunquam recedit, si liberè moveatur. Cave tamen, ne partium æqualitatem dimetiari linearum longitudine à centro gravitatis exeun- tium, ita ut singulas lineas æqualiter dividendas putes; sed totum corpus debet intelligi divisum bifariam à plano per centrum gravitatis ipsius corporis, & per centrum gravium ac levium transeunte, ita ut si planum à dextrâ in sinistram ductum secernat partes anteriores à posterioribus, æqualia sint gravitatum momenta antè, & ponè; si aliud planum per eandem directionis lineam ductum partes dextras à sinistris distinguat paria similiter hinc & hinc gravitatum momenta relinquat.

Gravitatum, inquam, momenta, non gravitates; ne locus pateat æquivocationi; neque enim quoties æqualia sunt momenta, toties æquales sunt gravitates hinc & hinc centrum gravitatis complectentes, ut patebit ex iis, quæ de æquilibrio dicemus. Unde fit in iis tantum corporibus, quæ partibus unius ejusdemque naturæ, ac ductu perpetuo similiter constitutis, constât, idem esse centrum gravitatis atque magnitudinis; reliqua certis regulis non circumscripta, aut ex variis naturis composita, in alio puncto, molis centrum habere, in alio, gravitatis. Si enim duo solida V T, cujus centrum gravitatis, & magnitudinis R, & M N, cujus centrum S, æqualia secun-
dum



dum gravitatem coagmententur, non erit centrum gravitatis totius molis compositæ in I, ubi planum transiens per V N secat lineam R S jungentem centra singularum gravitatum æqualium, sed erit in L, ubi recta R S bifariam dividitur: planum autem per centrum terræ, & punctum L ductum non ita secat hanc molem, ut sint æquales hinc, & hinc gravitates, quamvis æqualia sint gravitatum inæqualium momenta, quæ ex figuræ positione potissimum pendent. Quod si corporis V T gravitas ad corporis M N gravitatem, eam haberet rationem, quam S I ad I R, esset I gravitatis centrum molis compositæ, quæ à plano per terræ centrum, & punctum I ducto non in gravitates æquales, sed in momenta æqualia divideretur; ut in loco inferius explicabitur.

Observe autem non semper centrum gravitatis esse in ipso corpore gravi, ut patet in corporibus annularibus, aut angulos cavos habentibus, in quibus nullum est punctum per quod transeuntia plana quæcunque dividant in æquas partes momenta gravitatum: ita tamen est extra corporis cavi soliditatem, ut sit intra ipsam cavitatem punctum, ex quo si intelligatur annulus, vel frustum annulare suspendi, manet positionem habens horizonti parallelam, cum habeat æqualia hinc, & hinc gravitatum momenta. Quod si corpus in cavos angulos sinuatum habeat particulam aliquam procurrentem, potest contingere, ut in illius particulæ extremo sit totius molis centrum gravitatis: sic brevioris alicujus bacilli extremitati alteri si duos cultros infixeris, ut singuli cum bacillo hinc, & hinc angulum acutum ad easdem partes constituent, ita inclinari possunt, ut extremo ungue supposito reliquæ bacilli extremitati tota illa moles sustineatur citrà periculum cadendi, cum gravitatis centrum in illa extremitate, intrà cavitatem, quam inclinati cultri faciunt, æqualia habeat ex omni parte gravitatum momenta, si planum secans per illud transeat.

CAPUT IV.

An gravia centro vicina minùs gravitent.

CORpora non intelliguntur gravitare nisi in alieno loco; quando scilicet corpus contiguum inter illa & centrum terræ interjectum, quod medii rationem habere potest, levius est; petit enim infra illud esse: nisum autem hunc deorsum *Gravitationem* dicimus. Sed quoniam nisus iste videtur idcirco à naturâ institutus, ut perturbatus corporum ordo restituatur; si ex fine ratio petenda sit, satis apparet corpora gravia centro terræ vicina minùs gravitare. Quemadmodum enim quotiescunque aliquis à proposito fine magis distat, eò magis anxius est, atque sollicitus de mediis ad illum assequendum necessariis, & animo æquiore toleratur modica, quàm multa violentia; ita natura minorem ordinis debiti perturbationem sentiens, si grave parùm absit, quàm si longè abesset, à loco, ubi juxta ingenitam propensionem exigit consistere, minùs sollicita esse debet de illo restituendo, nec adeò vehementi conatu, hoc est gravitatione, illud urgere debet in locum suum.

Ad hæc omnibus apertissimè liquet eò majore naturæ impetu corpora deorsum niti, quò levius est corpus, in quo tanquam in medio perficiendus est motus, si dimittantur. Sic à faxo in aëre pendente manum deorsum validiùs trahi sentimus, quàm ab eodem aquæ immerso trahatur, & multò languidiùs conatur deorsum lapis in melle descendens, quàm in aqua; quia videlicet aqua levior est melle, & aër levior aquâ. Hinc est quod, si mediij partes fuerint diversâ gravitate præditæ, pars centro terræ propior etiam erit gravior; atque ideò corpus in parte mediij graviore minùs gravitabit propè centrum terræ, quàm procul. Esse autem ejusdem mediij non commoti partes graviore in imo, omnium ferè hominum sensus est: quotus enim quisque est, qui nesciat mellis optimam partem esse, quæ in vasis fundo, vini quæ in medio, olei quæ in summo? id autem verum non esset, nisi liquoris ejusdem partes essent diversâ gravitate delatæ in loca à terræ centro dispari-
bus

bus intervallis remota: Quia enim oleum eò perfectius est, quò propius aëris levitatem spirituum subtilitate æmulatur, ideo quod in summo vase innatat, optimum est: At vini suavitatis in exquisitâ sui tartari sufficienti humore diluti cum spiritibus permistione consistens medium locum in vase exigit, sicut media est illius gravitas inter vagantium spirituum levitatem, & sæculenti tartari gravitatem: Mellis demùm dulcedo ex sui salis, seu sacchari, copiâ proveniens iis partibus potissimum inest, quæ multo sale refertæ graviores quoquæ sunt, & in fundo sublidunt. Nec est iis abroganda fides, qui in altissimo mari adeò gravem aquam à se deprehensam alicubi testantur, ut supra reliquum maris fundum ambulantes ad altissimam fossam venerint, in quam penetrare sæpiùs irritò conatu tentârint: his enim non ægrè fidem habeo, qui aërem in imis vallibus crassiorem atquæ graviolem, in summis verò montibus puriorem atque leviolem ab omnibus admitti video. Cum itaque (si ex notis ad minùs nota progredi philosophando liceat) propè centrum gravium ac levium medijs partes graviores sint, quàm procul ab illo; minor est gravitatio corporum, si centro propiora fiant, ac quando longè ab illo remota detinebantur. Hinc autem responderi potest quærentibus, cur in fodinis longè faciliùs crudi metalli massa moveatur, quàm in superficie terræ: aër scilicet profundis illis cuniculis inclusus gravior multò ac crassior est aëre isto, quem inspiramus, atque adeò ibi metallum minùs gravitat.

Quòd si libeat minorem hanc gravitationem experimento deprehendere, sume vitream fistulam supernè clausam longiorem pedibus tribus Romanis, eam imple argento vivo, digitoque osculum accuratè claudens invertè, ac argento vivo subiecti vasis immerge; tùm amoto digito descendet mercurius in fistulâ, iterùmque ascendet, & in certâ demùm altitudine perpendiculari quiescet. Observatâ igitur altitudine perpendiculari, quam mercurius obtinet, si in imâ valle experimentum instituatur, eâque comparatâ cum altitudine perpendiculari, in qua consistit, cùm in summo montis altissimi vertice experimentum idem sumitur, animadvertes altitudinem mercurij per vim in fistulâ suspensi minorem esse in summo monte, quàm

in valle; Quia nimirum mercurius intra fistulam detentus tanquam in vate, est in aëre fistulam ambiente tanquam in loco; in aëre autem leviori cum magis gravitet, in minori etiam altitudine perpendiculari consistit. Experimentum hoc in valle, & in monte sumere mihi otium non fuit, quamvis in eo sæpius me exercuerim: sed de illius veritate ambigere non sinunt testes in Galliâ luculentissimi, qui discrimen hoc in mercurij altitudine observârunt in altioribus montibus.

Verum, ex alio prætereâ capite imminui debet gravitatio corporum in minori à centro remotione, habitâ solum ratione sitûs. Cum enim totius corporis gravitatio conflata sit ex singularum partium impetu, quo deorsum nituntur, manifestum est singulis partibus languidiùs deorsum conantibus, totius corporis gravitationem esse pariter languidiorem. Quoniam verò quicquid in motu cogitur à recto secundum naturam tramite deflectere, lentiùs atque remissiùs pergit ad præstitutum motûs terminum; particulæ autem corporis solidi gravis, propiores centro factæ, magis à suo perpendiculo, sibi invicem adversantes, declinant; satis constat singulas fractis quodammodo viribus languentes plurimum de conatu remittere. Si enim

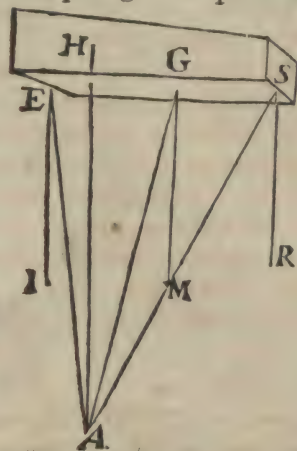


solidum AB fiat centro vicinior ita, ut A sit in K, & B in L, lineæ directionis partium extremarum sint KC, LC: at coguntur per lineas KF, LE parallelas descendere, fiuntque anguli CKF, CLE externi majores internis CAK, CBL per 16. l. 1. magis igitur in K & L recedunt à perpendiculo, quam recederent in A & B. Quia itaque pars in K existens magis impeditur ab oppositâ extremitate, quæ in L, ne per KC descendat (nisi enim pars, quæ in L, urgeret oppositam tentans per LC descendere, non cogeretur pars in K existens adeò recedere à suâ directionis lineâ) minori etiam impetu deorsum fertur. Est autem eadem de reliquis partibus ratio, præter

præter eas, quæ in eâdem directionis lineâ sunt cum centro gravitatis; singulæ enim ad centrum terræ accedentes magis à suo perpendiculo recedunt, minúsque deorsum gravitant. Quâ igitur fieri possit, ut debilitato singularum particularum conatu, atque impetu deorsum, non minuatur pariter totius corporis gravitatio, si fiat centro vicinius?

Illud tamen non diffiteor, quod si medij levitates, aut angulorum C L E, C B L inclinationes eo tantum discrimine secerantur, quod omnem sensum fugiat, vel saltem ex medij gravitate, & anguli magnitudine conjunctim sumptis oriri non possit varietas, quæ sub sensum cadat; neque percipietur gravitationis differentia in majori vicinitate. Sed hoc non facit, quin inter gravitationes discrimen intercedat; neque enim continuo, si quid sensum latet, id omnino non esse dicendum est: contingere si quidem potest motum aliquem ita sensum, & sine sensu fieri, ut non nisi elapso temporis spatio demum innotescat. Sic si vinum, cujus gravitas vix minor sit gravitate aquæ arte satis notâ affuderis aquæ ita, ut innatet, & supremam vasis partem occupet, aliudque vas simili vino plenum, sed paulò altius, habeas, tum ex libra centrum motus habente in centro gravitatis jugi pendeant æqualia pondera intra vinum utriusque vasis; fiet utique ponderum æquilibrium, & consistent eo in situ, quem illis dederis: at si alterum libræ extremum ita deprimas, ut pondus, quod ex eo pendet, ex vino ad aquam vix graviorem transeat, reliquo pondere intra vinum manente; initio quidem non apparebit motus libræ se restituentis, quia pondus in vino non excedit gravitationem ponderis æqualis in aquâ nisi eo excessu, quo gravitas aquæ superat gravitatem vini; hic autem excessus cum minimus sit, motum quoque efficiet, quem ægrè à quiete discernas, nisi ubi post aliquod tempus deprehenderis pondus altius descendisse, depressius autem ascendisse. Haud secus philosophandum est de majore, aut minore corporum gravitatione, si disparibus intervallis à terræ centro removeantur, diutius enim propè centrum incumbere poterunt sustinenti, quàm procul: id quod satis erit ad minorem gravitationem patefaciendam, quæ non statim innotescat.

Hæc autem non leviter confirmari videntur ex iis, quæ quotidie ferè videmus; nam si circinus, quo circulos describere solemus, cadat, semper nodus prævertit cuspides, & prior terram ferit; nisi fortè nodus ad perpendicularum immineat cruribus: & omnia ferè corpora, quæ centrum gravitatis ex una parte habent, si ex modicâ altitudine dimittantur, videntur quidem cadere parallela; sed ex majori altitudine si descendant, pars gravior prior terram attingit. Sit enim corpus ES ,



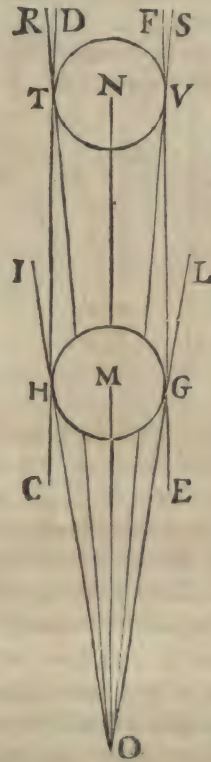
cujus gravitatis centrum H , linea directionis HA ; si horizonti parallelum descenderet, per rectas EI , SR parallelas lineæ directionis moveretur; id quod in modicâ tantum altitudine contingere videtur, quia nondum facta est ea gravitationis imminutio in extremitate S , quæ percipi possit. Si enim E per EI descenderet, S verò per SR , angulus IEA æqualis alterno EAH per 29. lib. 1. minor esset angulo RSA , qui æqualis est alterno HAS ; nam ex hypothesi minùs distat E , quàm S , à centro gravi-

tatis H , & est angulus EAH minor angulo HAS ; pars igitur S magis deflecteret à suo perpendicularo SA , quàm E deflecteret ab EA ; cum itaque S magis in latus propelleretur, plus etiam de conatu deorsum remitteret, quàm E ; atque adeò non posset æqualiter descendere ac moveri, contra hypothesim parallelismi. Dicendum est igitur non per parallelas EI , SR fieri motum, sed intra illas paulatim partem E graviolem præcurrere: quia scilicet partes omnes extra lineam directionis AH constitutæ dum remòventur à suo perpendicularo, aliquid amittunt de impetu, quo deorsum nituntur, propiores quidem minus, remotiores autem plus; pars si quidem G in principio motus descendens parallela lineæ directionis per GM facit angulum AGM internum per 16. lib. 1. minorem externo GMS , qui per 29. 1. est æqualis alterno MSR . Quia ergo AGM
minor

minor est angulo A S R, pars G minus de suo impetu deorsum amittit, quam pars S; & quamvis initio discrimen hoc non percipiatur, demum fit, ut additis pluribus differentiis manifestè appareat partem S minùs gravitare, quia tardiùs deorsum movetur; & tandem ipsa sequitur partem E præcurrentem, postquam minori illâ gravitatione permisit parti E, ut propiùs accederet ad lineam directionis, fieretquè quædam virtualis conversio circa centrum gravitatis H, in qua extremitas E occuparet infimum locum, S autem supremum. Quare cum nos doceat experientia partem H S æquiponderantem parti H E, si suspendantur ex H, in motu tamen minùs gravitare, quam oppositam, ideòque fieri illam conversionem, ut pars E fiat inferior; neque aptior assignari possit ratio, quam quæ petitur ex recessu partium majori à suo perpendiculo: satis liquet, quantum momenti habeat hæc declinatio à perpendiculo ad minuendam gravitationem. Ex majori igitur declinatione à lineâ perpendiculari, quæ consequitur corpus constitutum non adeò procul à centro terræ ut priùs, non ineptè arguitur minor corporis gravitatio in eo situ, si cætera sint paria: neque enim comparo corpus, quod per motum descendit, perseverans in suo motu, cum corpore in loco altiori transeunte à quiete ad motum; nam tunc ex impetu per motum concepto major est gravitatio in loco inferiore, quam in superiore: sed tantum corpora invicem comparo, vel pariter quiescentia, vel æquali tempore mota, illudque, quod terræ viciniùs est, assero, vel minori nisu conari à quiete in loco alieno transire ad motum, vel æquali tempore, quo præcessit motus, minus impetus acquisivisse ac minoribus viribus motum continuare.

Ex his quæ de gravibus hætenus disputata sunt, aliquis fortassè inferat levia à centro remotiora minùs levitare, sicut gravia centro propiora minùs gravitant. Verùm res est pensiculiùs examinanda, nec simpliciter ex oppositis gravium, ac levium naturis definienda, quasi ob id ipsum, quia sibi gravitas atque levitas adversantur, contraria haberent omnia consequentia. Et quidem quod spectat ad
solam

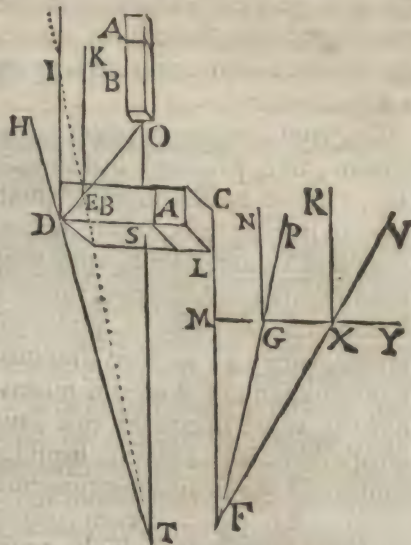
solam corporis levioris positionem, non minuitur levitatio, sed potius augetur in majoribus à terræ centro intervallis; ubi minus à suo perpendicularo declinant partes centrum levitatis circumstantes, & idcirco minus de conatu remittunt, quò nituntur ad superiora evadere. Sit namque Globus H G, cujus centrum levitatis M, & linea discretionis O M N; cui parallelæ sunt H D & G F, quas describunt ascendendo extremitates H & G, & motum eundem continuabunt, si globus in N translatus intelligatur. Quando igitur globus est in M, extremitas H recedit à perpendicularo O I, & cum eo facit angulum I H T; quando autem est in N, extremitas T ascendens per T D facit cum perpendicularo O R angulum R T D, qui per 15. lib. 1. æqualis est angulo H T O ad verticem, hic autem, internus cum sit, per 16. 1. minor est externo I H T. Est ergo R T D minor angulo I H T, atque idè plus habet momenti sursum, ubi minus à recto secundum naturam tramite deflectit.



Discrimen hoc momentorum ab angulorum inæqualitate proveniens optimè intelligit natura, quæ ita motum perficit, ut, si duo inæqualiter levia coagmentata fuerint, levius præcurrat. Sic si A cortex suberis coagmentetur ligno fagino B, & intra aquam mediocriter profundam horizontaliter collocetur solidum D C, ita per lineam directionis

[illegible]

D



abit ejus perpendiculum, cum quo semper minorem, & minorem angulum facit linea motus *DO*; donec demum totum solidum obtineat situm perpendicularem; quod initio erat in æquilibrio.

Cæterum, quamvis habitâ ratione sitûs, levia altiora magis levitent, sive parallela horizonti jaceant extrema, sive inclinata, ratione tamen medij, quod in superioribus est levius, quam in inferioribus, minus levitant: experientia enim ostendit ea lentius ascendere, quæ propius accedunt ad medij naturam secundum levitatem: nam ex tribus globulis sphericis, quorum diameter unc. $2\frac{1}{2}$ pedis Romani, cereus erat ponderis drachmarum 24, faginus drachm. 22, vitraëreus drachm. 7. in aëre expensû, sed eorum motus in aquâ ad altitudinem pedum 14, valde inæqualis fuit, numeratis vibrationibus ejusdem perpendiculi; cereus siquidem ascendit lentissime vibrationibus 88, faginus vibrationibus 37, vitraëreus vibrationibus 33: unde patet cereum, qui minimum ab aquâ differt in pondere (aquæ etenim molis æqualis est drachm. $25\frac{2}{7}$) minus in eâ levitare. Sicut igitur diversa levia in eodem medio inæqualiter levitant, sic idem leve in medio dissimili inæqualiter levitabit pro majore aut minore levitatum dissimilitudine. Conveniunt itaque gravia, & levia, quod hæc procul à centro offendentia medium levius minus levitant, illa prope centrum habentia medium gravius minus gravitant. Differunt autem ratione positionis, quia, in loco remotiore à centro, perpendicula omnia concurrunt ad angulos magis acutos, minusque differunt à lineâ rectâ, ideo quasi collatis viribus magis gravitant, & magis levitant; at prope centrum cum perpendicula magis in diversa abeant, & levia minus levitant, & gravia minus gravitant. Porro hanc similitudinem gravitationis gravium, & levitationis levium in eodem loco, à me vocari discrimen, & differentiam, quia habita ratione oppositorum videbatur leve remotius debere minus levitare, sicut grave propius minus gravitat, ne te moveat; litem de verbo non faciam.

CAPUT

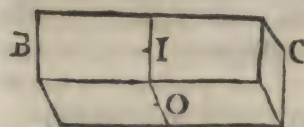
CAPUT V.

*Quâ ratione centrum gravitatis corporum
inveniat.*

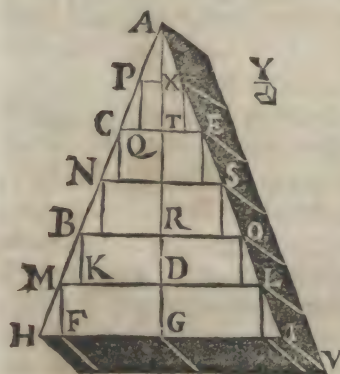
Opus mechanicum plerumque non indiget puncto illo, quod intra corporum soliditatem latet, ac centrum gravitatis definivimus; sed satis est si in extrema corporis superficie innotescat punctum, aut linea imminens ipsi gravitatis centro, pro ratione sitûs, in quo corpus grave consistere cupimus. Ideo geometricum laborem inveniendi punctum illud intimum Centrobarycæ relinquens, mechanica tantum inquisitione, & quasi tentans, peruestigo punctum illud, aut lineam in corporis superficie, cui respondet planum per lineam directionis ductum, & secans corpus in certo situ constitutum. Et quidem si corpus sphericum fuerit ex partibus ejusdem naturæ conflatum, aut saltem ex partibus heterogeneis quidem, sed circa sphaeræ centrum similiter dispositis ita, ut intima sphaerula folliculis quibusdam obvolvatur; quia idem est molis atque gravitatis centrum, punctum quodcumque in sphaerica superficie assumatur, aptum erit; singula enim similem habent positionem. Sin autem aut sphaeræ segmentum, aut sphaera ex partibus heterogeneis inæqualiter dispositis fuerit; imponatur plano horizontali accuratè levi, & maximè æquali; & quod punctum tangetur à supposito plano, ubi motus omnis cessaverit, illud est, quod potissimum queritur, ac punctum superius, quod huic è regione est, erit pariter aptum ad propositum finem.

Quod si cylindricum fuerit oblatum corpus, aut prisma quodcumque continuo, & simili ductu productum; secetur bifariam longitudo, & punctum habebitur cylindri centro gravitatis respondens: prismatis autem singula plana parallelogramma si dividantur in aquas tum longitudinis, tum latitudinis partes, planum per inventa puncta ductum transibit per centrum gravitatis prismatis, dividet enim in partes æquales, & similiter positas, unde oritur momentorum gravitatis æqualitas.

D 2



Ut si parallelepipedum BC plana ita dividantur, ut habeant puncta media I , & O , & per ea agatur planum, constat æqualia esse momenta gravitatis partium IB , & IC , cum nullo ex capite possit oriri momentorum inæqualitas. At si non facies parallelogrammæ prismatis dividendæ sint, sed potius basis, quæ sæpè varia est, & irregularis, tunc inveniendum est in ea punctum, in quo sibi occurrunt sectiones planorum secantium datum corpus in momenta æqualia, illudque responderet centro gravitatis intra soliditatem existenti.



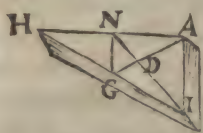
Sit autem primò basis prismatis trigona AHI ; dividatur unum ex lateribus ex. gr. HI bifariam in G , planum enim transiens per A & G , atque bifariam secans parallelogrammum HV transibit per centrum gravitatis prismatis trigoni. Nam si datum prisma secetur pluribus planis parallelis plano HV facientibus sectiones ML , BO , NS , CE , & ex harum sectionum extremis exeant alia plana secantia parallela plano AG ; abscinduntur ex prisma dato parallelepipeda LF , OK &c. quæ à plano AG dividuntur in partes GL , GM æquales ac similiter positas; item DO , DB , &c. Igitur singula in eodem plano AG habent gravitatis centrum, ac proinde tota moles ex iis parallelepipedis composita in eodem plano habet centrum gravitatis. Quoniam verò, si adhuc plana secantia frequentiora sint, plura fiunt parallelepipeda, quorum omnium moles composita adhuc minus differt à mole totius prismatis dati, ita ut toties multiplicari possit bisectio, ut demum relinquatur differentia minor quacunque minimâ mole excogitabili; hinc fit molem compositam ex parallelepipedis illis infinitis (sic loqui liceat, quia non est certus eorum numerus explicabilis) habere centrum gravitatis in plano AG ;

ac

ac proinde etiam prisma trigonum ex iis conflatum parallelepipedis habere in eodem plano AG centrum suæ gravitatis, quandoquidem non differt ab illis nisi differentiâ minore quacumque minimâ excogitabili. Sunt igitur partium AGH , AGI momenta æqualia; quia si inæqualia essent haberent differentiam, qua posset dari minor (neque enim esset individua) hæc autem differentia si esset, alia non esset, quàm quæ intercedit inter prisma datum, & omnia parallelepipeda, cujus differentiæ inæquales partes essent in AGH , & AGI : igitur differentia partium AGH , AGI esset minor differentiâ prismatis, & omnium parallelepipedorum; nam esse non potest major, vel illi æqualis: sed jam ex hypothese differentia inter molem compositam ex omnibus parallelepipedis, & prisma, est minor quacumque minimâ datâ, ergo si essent inæqualia momenta partium AGH , AGI haberent differentiam minorem, & non minorem eadem differentiâ inter prisma & omnia parallelepipeda. Non sunt igitur inæqualia. Res autem fortassè sic brevius explicabitur; si partes AGH , AGI non sunt æquales, sit AGH minor quàm AGI , differentiâ Y . Tot autem fiant bisectiones, ut parallelepipeda relinquunt differentiam minorem quàm Y . Quia ergo parallelepipeda in AGI habent differentiam minorem quàm Y , à parte prismatis AGI , illa sunt majora quàm pars prismatis AGH , quæ deficit à parte AGI differentiâ Y . Atqui parallelepipeda in AGH sunt æqualia parallelepipedis in AGI , ergo etiam parallelepipeda in AGH majora sunt, quàm tota pars AGH , quod est manifestè falsum. Non est igitur altera pars major, altera minor. Porro ex continua bisectione laterum AC , & CN &c. relinqui semper minorem differentiam, hoc est semissem præcedentis differentiæ, constat, quia si AC secetur in P , & ducantur plana parallela planis AG , & HV , dividitur CT bisariam in Q , & est TP parallelepipedum ablatum duplum prismatis trigoni CPQ , cui æquale est prisma APX ; adeoque duobus hisce prismatis æquale est ablatum parallelepipedum TP , quod est semissis differentiæ ATC , quæ prius relinquebatur: & eadem est de cæteris ratio. Quare si ex datâ quantitate auferatur semissis, & iterum semissis residui, & sic in infinitum, necesse est aliquando eò devenire, ut residua

quantitas minor sit quacunque datâ quantitate, ut colligitur ex prop. 1. lib. 10. Eucl. Ideo fieri non potest, ut prismate diviso à plano A G, altera pars excedat momenta alterius quantitate Y, quia tot possunt abscindi parallelepipeda; ut relinquatur differentia illorum à prismate minor, quàm sit Y: planum autem A G æqualiter dividit momenta parallelepipedorum, igitur cum tota residua differentia minor sit quam Y, esse omnino non potest, ut altera pars habeat excessum quantitati Y respondentem: si enim quantitates illæ differrent, posset dari quantitas minor illarum differentiâ; sed non potest huiusmodi minor quantitas dari, nam quælibet data est major, igitur non differunt, sed sunt æquales.

His ita constitutis facilè definitur punctum centro gravitatis imminens in basi prismatis: quia enim ostensum est planum ab angulo per medium latus oppositum ductum transire per centrum gravitatis, & dividere in momenta æqualia totum prismâ, centrum gravitatis erit non solum in plano A G, sed etiam in plano I N propter eandem rationem. Punctum igitur D, in quo occurrunt sibi communes



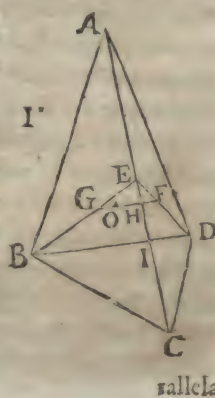
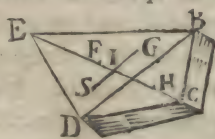
sectiones planorum secantium, & basis, est punctum, quod quæritur, imminens centro gravitatis. Punctum D autem secare rectam NI ita, ut ND ad DI sit ut 1 ad 2, sic ostenditur. Ducatur recta NG, quæ per 2. lib. 6. est parallela ipsi AI; ergo ut HG ad HI, ita NG ad AI per 4. lib. 6. ergo NG ad AI est ut 1 ad 2: ergo triângula NGA, AGI sunt ut 1 ad 2, per 1. lib. 6. Cum autem ut ND ad DI, ita NDA ad DIA, & NDG ad DIG per 2. 6. erit etiam, ex 12. lib. 5. ut ND ad DI, ita NGA ad AGI, hoc est 1 ad 2. Eadem ratione ostenditur GD ad DA esse, ut 1 ad 2. Vel etiam brevius: Quia enim NG, AI sunt parallela, triângula NDG, ADI sunt similia propter angulorum æqualitatem; ergo ut NG ad AI, hoc est ut 1 ad 2, ita GD ad DA, & ND ad DI. Quare satis erit latus unum triânguli bisariam secare, & ab opposito angulo rectam ducere; cuius tertia pars versus basim divisam dabit centrum gravitatis triânguli.

Jam verò si basis prismatis quadrangula fuerit parallelogramma,

ma, ductis diametris apparebit quæsitum punctum, per quod transeunt omnia plana dividenda æqualiter corporis dati momenta, cum sint partes utrinque æquales, & similiter positæ. Et ob eandem rationem si basis prismatis fuerit aliqua ex figuris ordinatis, seu æquilateris; centrum figuræ est punctum imminens centro gravitatis; planum si quidē per illud transiens, & per unū angulorum, dividit totū prismā in partes æquales similiterque positas; atque adeò momenta hinc, & hinc sunt æqualia.

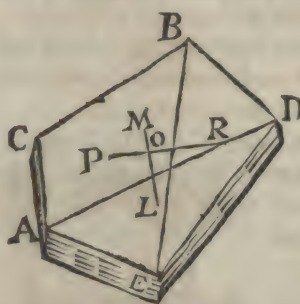
At si basis trapezia fuerit, duc utramque diametrum EC , & BD : tum in basi trigonā BCD prismatis partialis inveniatur punctum centro gravitatis respondens (punctum hoc deinceps, brevitatis gratiā, dicetur centrum gravitatis, quamvis per abusum) & sit H ; & in opposita basi trigona reliqui prismatis BDE pariter inveniatur punctum F ; & per utrumque punctum transeat planum FH ; nam in hoc eodem plano est centrum gravitatis totius prismatis trapezij, quod dividitur in momenta æqualia: hoc si quidem planum transiens per H gravitatis momenta æqualia habet hinc, & hinc in prisma trigono BCD ; similiter cum transeat per F , habet hinc, & hinc momenta æqualia gravitatis prismatis trigoni BED : si igitur æqualia æqualibus jungantur, planum idem æqualiter partitur momenta gravitatis prismatis trapezij $EDCB$, & in eo est centrum gravitatis illius. Eadem ratione in basi trigona EBD inveniatur punctum G , & in basi EDC punctum S , per quæ si agatur planum GS , in eo pariter erit centrū gravitatis totius prismatis trapezij.

Est igitur centrum gravitatis in communi sectione planorum FH , & GS ; ac proinde punctum I illud est, quod quæritur. Aliter etiam, & facillimè in basi trapezia $ABCD$ invenitur centrum gravitatis: ductis enim diametris AC , BD , altera diameter ex. gr. AC bifariam secetur in E , ducanturque rectæ DE , BE ; trianguli ADC centrum gravitatis est in recta DE , & quidem in F , ita ut EF sit tertia pars totius ED , ut constat ex paulò ante demonstratis. Ducatur igitur FG pa-



allela

Hinc facilis patet via ad investi-
gandum idem punctum in basi pris-
matis pentagoni $BDEAC$. Pri-
mùm enim ducto plano per BE , in-
veniatur in basi trigonâ BDE
punctum R , & in basi $BEAC$ qua-
drangulâ punctum P ; & ducto plano
per RP , in eo erit centrum gravi-
tatis prismatis pentagoni, cum in eo-
dem sint centra gravitatis partium.

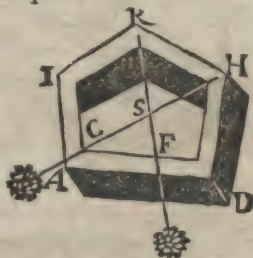


Deinde ducto per D & A plano, inveniatur in basi trigona DE A punctum L centrum gravitatis, & in basi quadrangulâ A C B D punctum M centrum gravitatis : in plano pariter ducto per M L est centrum gravitatis totius prismatis pentagoni, quod proinde est in communi planorum per P R, & L M ductorum sectione; atque adeò punctum, quod quaeritur, est O. Eadem est methodus in prismatico hexagono; ducto enim plano dividente in duo prismata, quorum alterum est trigonum, alterum pentagonum, inveniatur utriusque centrum gravitatis, & per inventa puncta agatur planum. Deinde iterum alio plano secetur in duo prismata, quorum alterum pariter sit trigonum, alterum pentagonum, & per inventa singularia gravitatum centra agatur planum : duo siquidem plana ducta per centra gravitatis partium, transeunt pariter per centrum gravitatis totius, quod est in communi eorum sectione. Eademque de reliquis prismatis est ratio.

Sed

Sed hæc indicasse sufficiat, quæ operi Mechanico satis esse possunt in omnibus ferè prismatis : Si enim basis non fuerit planè rectilinea, inscripto polygono rectilineo, quod minimum differat à plano basis, quæres ejus centrum gravitatis, methodo jam traditâ; illoque usurpato tanquam vero dati prismatis centro quæsito, minimum aberrabis; aliquando tamen aberrabis, aliquando contingeret, ut inventum cum quæsito conveniat. Quod si accuratiori investigatione opus fuerit, quemadmodum in cæteris corporibus, quæ continuum ductum non habent, sed inæquali crassitudine crescunt, aut decrescunt, ut in obeliscis, aut pyramidibus truncatis, reliquisque planè inordinatis molibus; tunc ad geometricam Centrobaryces methodum confugiendum est; quam hic ego non persequor. Præses igitur aliquæ proponendæ sunt, quibus centrum gravitatis physicè perspectum habere possimus in corporibus, quorum frequentior, vulgarisque usus esse potest.

Prima praxis fit ad inveniendum gravitatis centrum in cingulis, quæ laminis quoque communis esse potest. Sit datum cingulum AH , quod primùm suspendatur ex H , & inde pendens perpendiculum secet oppositum latus IA in C ; notetur igitur punctum C . Deinde iterum suspendatur ex R , & perpendiculum cadat in punctum F , quod notetur. His cognitis ducatur filum ex R in F , ibiquè intentum alligetur; aliud filum similiter ex H in C ducatur, & secans in S filum RF , dabit punctum S quæsitum centrum gravitatis: ex quo si suspenderetur datum cingulum, maneret horizonti parallelum. Quod si esset corpus talis figuræ, ut spatium non clauderet, sed haberet angulum cavum, aut esset frustum annulare, eadem est methodus faciendæ suspensione illius ex duobus punctis, ex quibus perpendiculum cadere possit intrâ corporis superficiem; in qua si notentur puncta, per quæ transit, & ducantur fila, ut prius, eorum communis sectio dabit quæsitum centrum gravitatis. Hinc si vel lamina esset perforanda, ut axi infingeretur, vel cingulum esset axi imponendum, in utrâque superficie oppositâ quærere oporteret punctum S , ut axis per centrum gravitatis transiret, eique



uterque polus responderet: in cingulis autem præterea habenda esset ratio transversariorum, per quæ axis infigendus esset, ea enim possunt centrum gravitatis compositæ in alio puncto constituere.

Secunda praxis laminis potissimum accommodata, in quibus punctum medium satis accuratè inquiritur, ut si lamina metallica esset in calicem excavanda, hæc esse potest. Impone laminam acutæ cuspidi cultri, aut styli, eamque ultrò citròque tantisper move, dum consistat citrà periculum cadendi: punctum enim, quod à cultri aut styli cusptide notatur, centrum est quæsitum.

Tertia praxis sit iis corporibus conveniens, quæ præstant longitudine, qualia sunt pseudocylindrica, conica, pyramides &c. quæ si non prædita sint multâ gravitate, imponantur funiculo brevi horizontaliter extenso, at si graviora fuerint, vel cylindrulo vel aciei prismatis trigoni imponantur, & usque dum in æquilibrio consistent, promoveantur: ubi enim quieverit corpus impositum, ex loco contactus innotescet vel punctum, si in puncto se contingant, vel linea, si in lineâ, per quam si ducatur planum à centro terræ, distinguetur impositum corpus in momenta gravitatis æqualia. Inventâ autem huiusmodi lineâ faciliè prodet se quæsitum punctum.

Quarta praxis non multum distat à superiore: si nimirum oblatum corpus imposueris plano alicui horizontali, quod tamen à pavimento absit mediocri aliquo intervallo, habeat autem extremum marginem exactè rectum: extra suppositi plani marginem illud paulatim promove, donec eò venerit, ut si vel minimum ulterius promoveretur, sponte caderet; ibique secundum rectitudinem marginis plani duc stylo lineam in corpore imposito. Deinde superficie eâdem planum tangente, si corpus, præter longitudinem, non modicam præterea habeat latitudinem, convertatur aliquantulum, & simili methodo invenietur linea alia secans priorem in puncto quæsito, quod scilicet respondeat centro gravitatis intra corporis soliditatem delitescenti.

Hæc sunt quæ Mechanices instituto sufficere possint ad centrum gravitatis inveniendum; in molibus enim maioribus, quæ plerumque vix differunt à prismatis, non indigemus communiter

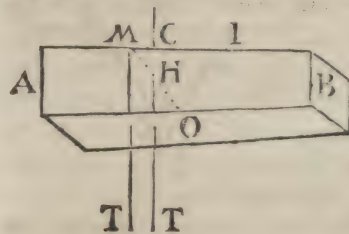
niter Geometricâ subtilitate. Illud restat, ut earum, quas attuli praxes, ratio, & causâ explicentur, ex quibus clarior habeatur notitia eorum, quæ ad centrum gravitatis pertinent.

CAPUT VI.

Affertur ratio predictarum praxeon.

UT palam fiat praxibus capite superiore allatis inveniri punctum respondens centro gravitatis, quod inquiritur, indicandi sunt fontes, ex quibus illæ deducuntur. Earum itaque ratio petenda est ex gravium naturâ, quæ extra locum sibi debitum constituta, in medio videlicet levioze, conantur deorsum pro viribus, nisi impediuntur: quod si interpellentur quidem, non tamen prorsus descensu prohibeantur, descendunt, prout fert obstantium impedimentorum conditio. Sic lapis sphæricus in montis clivo positus cum non valeat rectâ; sicut in aëze libero, deorsum ferri, per planum illud inclinaturn descendit: Sic plumbum, quod filo adnectitur laqueari, à perpendiculo remotum descendit circulariter. Porro quæ de toto ipso corpore vera esse intelligimus, ejus quoque partibus singulis conveniunt; cum enim singulæ suam habeant gravitatem, nisi quid obstat, descendunt. Jam verò si contingat ita corpus grave opposito extrinsecus obice impediri, ut cunctæ simul partes, quasi moles unâ descendere nequeant; sublato partium nexu descendunt, quæcunque carent impedimento: ut si ceream candelam, aut glaciem, quam manu sustines, igni admoveas; haud dubium, quin partes extremæ igni proximæ liquecentes, solutâ unione cum cæteris, suis nutibus deorsum latæ liberè descendant. At si partes omnes colligatæ invicem permaneant, eandemque figuram servant; corpore illo suspenso aut sustentato, fieri non potest, ut partes aliquæ descendant, quin aliæ, quæ è regione sunt trans suspensionis, aut sustentationis punctum, ascendant; id autem harum gravitati repugnat: non igitur ascendere possunt, nisi descendentes oppositæ viribus ac momentis præstent ita, ut harum gravitati

vim inferre valeant. Quare si fiat corporis suspensi, aut sustentati consistentia, argumentum est æqualitatis momentorum punctum suspensionis, aut sustentationis hinc, & hinc usquequaque circumstantium; si qua enim esset inæqualitas, alterutra pars præponderaret, & ad motum incitaretur.

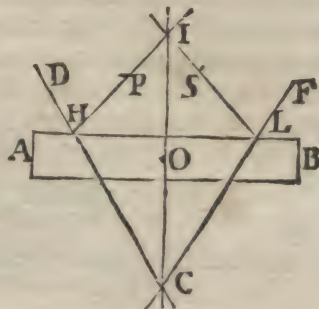


Sit corpus grave AB, cujus centrum gravitatis H, linea directionis HT in centrum universi producta. Si suspendatur ex puncto C, quod est in eadem lineâ directionis, necessario consistit corpus horizonti parallelum, quia rectâ descendere non potest per HT, cum in C retineatur;

neque alterutra pars potest descendere, quia momenta partis HB, quibus deorsum nititur, æqualia sunt momentis, quibus pars HA resistit, ne eleveur; & vicissim viribus gravitatis AH cæteroqui descensuræ reluctatur gravitas HB pari nisu repugnans, ne attollatur; totum ergo consistit. At si ex M puncto suspendatur, non potest quidem per MT perpendicularem descendere versus terræ centrum, sed neque consistet horizonti parallelum; quia si planum intelligatur ex terræ centro per rectam MT ductum, non dividitur corpus in momenta æqualia, cum non transeat per H centrum gravitatis; igitur cum majora sint momenta partis MB, quam partis MA, illa præponderabit, atque descendens circa punctum M permanens convertetur, donec centrum gravitatis H sit in perpendiculari MT, cui congruat recta MO: tunc autem demum consistet, quia planum transiens per MHO æqualiter dispertit momenta gravitatis; neutram autem parte præponderante, utraque quiescit. Idem dicendum, si corpus ex I puncto suspenderetur; tunc enim solum fieret consistentia, ubi in eadem directionis lineâ esset punctum I atque H centrum gravitatis. Quod si duplici funiculo suspendatur pondus, & illi paralleli non sint, quia neque horizonti perpendiculares, illi si producantur, concurrent in punctum aliquod lineæ directionis, sive supra pondus, sive infra, pro ratione angulorum, quos constituunt.

Si

Sit enim corpus AB, cujus centrum gravitatis O, linea directionis IOC, si ex I suspendatur per O, in eo situ manebit; ergo etiam, si funiculi sint IH, IL, manebit: ergo etiam, si sint PH, SL, funiculorum enim longitudo nihil facit; Idem etiam dicendum cum funiculi sint DH, FL; producti enim concurrunt cum linea directionis in C, semper scilicet perinde se habet atque, si ex I suspenderetur.

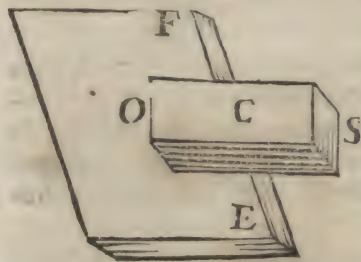


Quæ verò de suspensione dicta sunt, ea, analogiâ servatâ, de sustentatione quoque dicta intelligantur; tunc solum videlicet corpus consistere, cum ex centro gravitatis ducta directionis linea transit per punctum sustentationis, quia tunc solum æqualia hinc, & hinc sunt momenta virtutis ad descendendum, atque resistentiæ ad ascendendum: ut quando corpus aliquod imponitur cono, vel prismâ sphaeræ, vel segmentum sphaericum, plano, vel cylindrus aciei prismatis trigoni in transversum; cadet enim in alterutram partem impositum corpus, nisi in eadem linea fuerint centrum terræ, punctum contactûs, & centrum gravitatis. Quod si corpus sustentans, atque sustentatum se tangant in lineâ, opus est lineam illam esse in plano per lineam directionis ducto, ut fiat æqualium momentorum consistentia. Quare si impositum corpus consistat, certissimo argumento constabit punctum, seu lineam, contactûs respondere centro gravitatis. Hinc patet ratio secundæ, & tertiæ praxis.

In prima praxi quia facies extima, supra quam perpendicularum liberè movetur, est in plano verticali, perpendicularum HC est parallelum lineæ directionis corporis gravis, quæ transit etiam per punctum suspensionis H: planum igitur transiens per punctum suspensionis H, & per perpendicularum HC, transit quoque per centrum gravitatis corporis. Cum verò idem prorsus dicendum sit de plano transiente per punctum suspensionis R, & perpendicularum RF, illud scilicet transire per centrum gravitatis corporis; apertum est centrum gravitatis esse in

communi illorum planorum sectione, eique respondere punctum S inventum.

Quia demum, si corpus quod sustinet, & id, quod sustinetur, in superficie se tangant, corpus impositum in alterutram partem cadere non potest (nisi fortè suppositum planum fuerit inclinatum) quin planum per lineam directionis ductum ita sit extra superficiem, in qua fit contactus, ut neque illam contingat; constat ratio quartæ praxis. Si namque planum ex ter-



re centro ductum per C centrum gravitatis dati corporis OS, secet subjectum planum, pars corporis extra marginem FE in aëre extans minora habet momenta gravitatis, quàm reliqua pars; hæc igitur gravior non potest ab illa elevari: ubi verò promotum corpus eò venerit, ut planum per cen-

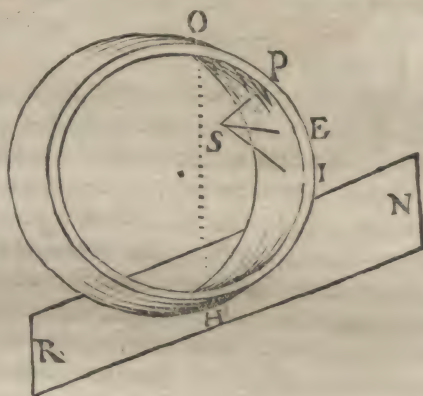
trum gravitatis C ductum tangat extremum marginem subjecti plani ita, ut in eodem plano, in quo est centrum gravitatis C, sit etiam FE, æqualia sunt gravitatis momenta partis CS in aëre extantis, ac CO partis plano incumbentis; & si vel minimum ulteriùs promoveretur, pars extra planum subjectum extans gravior esset, adeoque descenderet. Quare si in corporis OS superficie infimâ lineam descripseris secundum marginem FE, ea erit in plano transeunte per centrum gravitatis. Quia verò idem contingit, si iisdem superficiebus se contingentibus alium situm corpori dederis, pariterque eò usque promoveris, ut citrà cadendi periculum promoveri ulteriùs non possit; alia linea secundum marginem FE ducta erit pariter in plano per gravitatis centrum transeunte, secabitque priorem lineam, punctum mutux linearum sectionis illud esse, quod quæritur, satis liquet. Hæc est dispar philosophandi ratio, si pars CO adeò longa esset, ut etiam extaret extra angustias subjecti plani; semper enim consistit impositum corpus, quandiu planum per lineam directionis transiens, aut tangit, aut secat subjectum planum. Quandocunque enim linea directionis non transit per punctum, vel lineam, vel superficiem,
in

in quibus corpus grave tangitur à sustentante (idem dic de suspensione) semper in alterutram partem grave inclinatur, in eam scilicet, in qua reperitur centrum gravitatis, cum plura sint ex ea parte momenta gravitatis.

CAPUT VII.

Quomodo gravia spontè ascendentia descendant.

EX his, quæ proximè dicta sunt, grave sustentatum in eam partem inclinari, in qua est gravitatis centrum, oritur aliquando ascensus gravium, qui rerum naturalium ignaros in admirationem adducit non mediocrem, si maximè tunc corpus descendere intelligant, quando illud cernunt altiùs ab horizonte ascendere. Sit enim super planum inclinatum R N rota tantæ latitudinis, ut possit in plano verticali erecta permanere, dum convertitur; habeat autem ad P O adnexam laminam plumbeam crassiorem, adeò ut totius rotæ centrum gravitatis sit S. Jam verò ea sit plani subjecti inclinatio, ut rotâ illud tangente puncto H, linea à terræ centro per H punctum contactûs transiens non transeat per S centrum gravitatis (seu ut veriùs dicam, quia extrema superficies rotæ cylindrica tangit planum in lineâ, planum ex centro terræ per lineam contactûs in H ductum non transeat per S) sed illud relinquat versùs superiorem plani partem N; planum per rectam H O perpendicularem ductum distinguit rotam in momenta gravitatis inæqualia: non potest igitur rota in H consistere, sed convertitur, ita ut tangat planum in I primùm, deinde in E, demùm in P, ubi consistet, cum



fuerit in lineâ perpendiculari ad horizontem transeunte per punctum contactûs.

Ex his apertè constat futurum, ut rota descendat, si angulus, quem in puncto contactûs faciunt lineæ ductæ ex centris molis, & gravitatis (suppono molis centrum idem esse cum centro rotæ, quâ rota est) minor fuerit angulo inclinationis plani, tunc enim centrum gravitatis respicit declivitatem plani; futurum autem, ut rota ascendat, si angulus ille major fuerit eodem angulo inclinationis, quia centrum gravitatis respicit acclivitatem plani; futurum demùm, ut consistat, si angulus ille fuerit æqualis eidem angulo inclinationis plani, quia nimirum planum perpendiculare dividit æqualiter momenta gravitatis, cum transeat per centrum gravitatis existens in lineâ perpendiculari.

Hinc patet semper descensuram rotam, si habeat centrum gravitatis R, quia semper facit angulum, de quo dictum est, minorem angulo inclinationis, hoc est angulo CHI, nam si ducatur ad CR perpendicularis RE, & ex centro ducatur recta CE, angulus CER est maximus omnium, quos faciunt lineæ ex punctis C, & R ductæ ad idem punctum circumferentiæ, ut mox ostendam; atqui CER minor est angulo CHI, (quia ob lineas RE, IH parallelas, angulus IHC internus per 29. lib. 1. est æqualis externo RLC, & RLC externus per 16. lib. 1. major est interno CER, ac proinde IHC major quàm CER) igitur quicumque angulus constitutus à rectis exeuntibus ex C, & R minor est angulo inclinationis; atque adeò semper descendet.

At si centrum gravitatis fuerit S, ductâ ad CS perpendiculari SM, angulus omnium maximus est CMS: hic autem est æqualis externo CKI, cum IK, & SM parallelæ sint constitutæ; angulus verò CKI externus major est interno CHI, igitur angulus CMS major est angulo CHI, hoc est angulo inclinationis. Ascendere igitur poterit rota, quando angulus ad contractum factus à lineis ex C, & S exeuntibus major est angulo inclinationis; sin autem contactus fiat in eo puncto, ad quod fit angulus æqualis, consistet; si in iis punctis, ad quæ fit angulus minor, descendet.

Porro quamvis iis, qui in Astronomicarum Prosthaphærescon

pheria, servatâ ratione eadem distantiae centri gravitatis. At si data fuerit rota (oportet non ignorari distantiam centri gravitatis à centro rotæ, poterit autem primâ praxi cap. 5. investigari) certum est illam non posse ascendere nisi per spatium minus longitudine semiperipheriæ; constituto autem spatio invenietur inclinatio plani necessaria, hac methodo. Data spatij longitudo PH reducatur ad denominationem graduum, & erit notus angulus PHC : & quoniam anguli ad H & ad P debent esse æquales, anguli verò in R ad verticem sunt æquales, erunt pariter æquales PHC , & PSH , qui proinde notus est. Hujus semissis auferatur ex recto CSI , & innotescet angulus CSH , cum quo & duobus lateribus CS , CH invenietur per Trigonometriam angulus CHS æqualis angulo inclinationis plani necessariæ. Quod autem angulus HSI sit semissis totius $HS P$, hoc est dati PHC , sic ostendo. Quia in duobus triangulis CSP , CHS idem latus CS opponitur angulis æqualibus ad H , & ad P , æqualia autem latera CH , & CP opponuntur angulis quæsitis CSH , & CSP , constat horum duorum angulorum esse unum eundemque sinum; ergo simul sumpti sunt æquales duobus rectis; auferatur ex eorum summâ unus rectus, remanebunt duo anguli simul CSH , ISP æquales uni recto, hoc est angulo ISC : auferatur communis CSH , remanebit HSI æqualis angulo ISP : id quod oportuit demonstrare.

Colligere possumus ex his, quæ hætenus explicata sunt, fieri quidem posse, ut, si rota in plano inclinato primùm constituta exactè tangat in H , prorsus consistat; id tamen vix posse sperari, quia si in alio puncto remotiore ab I tangat, cadet, si in puncto viciniore, ascendet. At ubi venerit in P , si ex conceptu imperu pergat adhuc aliquantulum ascendere; centro gravitatis S translato versus plani declivitatem, & diminuto angulo, descendet; & ubi transilierit punctum P , iterum aucto angulo ascendet, donec omninò in P consistat. Ubi licet animadvertere non idem esse punctum contactus, in quo quiesceret in plano horizontali, ac inclinato; in plano enim horizontali quiesceret in O , ubi linea à centro rotæ C perpendicularis horizonti, ac transiens per S centrum gravitatis, terminatur: in eo autem puncto O consistere non posse supra planum inclinatum satis patet ex dictis. Porro hæc, quæ de rotâ consistente

consistente, aut cadente disputata sunt, dicenda esse de sphaerâ quiescente in plano inclinato, clarius est, quàm ut oporteat pluribus explicare.

Unum superesse videtur ostendendum, quò verum sit centrum gravitatis descendere ita, ut fiat horizonti vicinior, dum rota ascendit, & sit remotior. Id ut manifestum fiat, primò inveniatur HS : & sit ut Sinus anguli CHS gr. 15. ad sinum anguli SCH gr. 142. 53'. hoc est ut 25882 ad 60344, ita CS partium 11 ad HS 25 $\frac{2}{7}$: quæ est altitudo centri gravitatis ante motum. Deinde inveniatur SP ; & sit ut Sinus SPC gr. 15 ad Sinum SCP gr. 7. 7 hoc est, ut 25882 ad 12389, ita CS partium 11 ad SP 5 $\frac{1}{4}$, quæ in fine motus erit altitudo centri gravitatis supra planum inclinatam; huic autem addenda est altitudo, quam supra horizontem habet punctum illud plani inclinati, in quo tanget P . Quia ergo inclinatio plani est gr. 15, & HP est partium 38, tantum est spatium, quod in plano percurritur à rota ascendente, fiat ut Radius 100000 ad 25882 Sinum anguli inclinationis, ita 38 ad 9 $\frac{4}{7}$ altitudinem supra horizontem, cui si addas SP 5 $\frac{1}{4}$, erit in fine motus altitudo centri gravitatis supra horizontem partium 15, cum initio distaret partibus 25 $\frac{2}{7}$. Centrum igitur gravitatis simpliciter, & absolute descendit, dum rota in plano inclinato ascendit.

Possẽm hîc afferre aquam vi suæ gravitatis ascendentem in cochleâ Archimedis, dum cylindrus, quem cochlea ambir, convertitur: abstineo tamen, quia non vacat hîc examinare, an motus ille compositus sit ex conversione, quâ pulsu externo agitata aqua attollatur, & ex naturali descensu, quo per tubum in spiras sinuatam descendat; an verò quemadmodum supposito cuneo reluctans pondus elevatur, vel etiam cochleâ trahitur in plano horizontali, ita dicendum sit aquam vi suæ gravitatis in imo persistentem à cochleâ sensim subeunte elevari simul, & trahi, quin illa sponte sua ascendant: nam aquæ facile tribuitur aliquando motus, qui subiecto corpori, cui illa insidet, convenit; ut liquet si ampliorem peluim ex fune suspenderis, vel lubrico in plano horizontali collocaveris, in qua sit non multa aqua in depresso fundi parte quiescens; vase siquidem ex improvviso vehementius impulsò videtur aqua in oppositam par-

tem refluere, cum tamen vas ipsum potius infra aquam moveatur, quàm aqua in vase: quanquam ratione adhesionis aquæ ad peluim etiam ipsa motum concipiat. Quare in censu sponte ascendentium numeranda non videtur aqua tubo speciali cylindrum circumplexo elevata.

Videatur fortasse aqua sponte ascensura in tubo non æquabili sed conico, in plano verticali rotæ spiraliter circumducto: dum enim aqua æquilibrium superficiei faciens in parte tubi ampliore præponderat, convertitur rota, & illa iterum æqualiter se librans totius molis compositæ centrum gravitatis transfert extra lineam perpendicularem: si tamen ea cautio adhibeatur, ut tanta sit aquæ quantitas, quæ non planam obtineat superficiem sed tubi inflexione conformetur; neque ita sit spiræ ascendentis ardua altitudo, ut aqua post superficiei librationem ex ea parte ob sui paucitatem non præponderet; & præterea ejus figuræ sit tubus, ut aqua in parte angustiore remotior à perpendiculari, non ita ratione sitûs augeat momenta sui conatûs deorsum, ut repugnare valeat aquæ ampliorem tubi partem occupanti. Si hæc, inquam, observentur (an autem ita facile sit ea observare, ut quidam autumant, hic non definio) & centrum gravitatis transferatur extra perpendicularem versûs ampliorem tubi spiralis partem, futurum quidem est, ut aqua ascendat; id tamen non est opus centri gravitatis, sed potius virtutis illius, qua humor se æquabiliter librat.

CAPUT VIII.

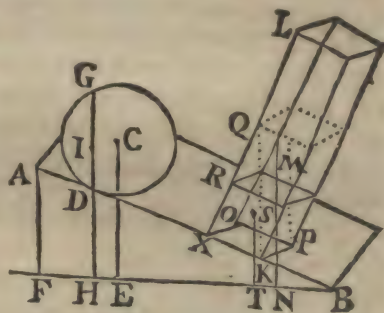
*Cur gravium in plano inclinato descendentium
alia repant, alia rotentur.*

QUæ capite superiori dixi de globi aut rotæ super planum inclinarum consistentiâ in puncto, in quo linea à centro globi, aut rotæ ducta cum eâ, quæ ex centro gravitatis ducitur, facit angulum æqualem angulo inclinationis plani, non ita intelligi velim; quasi motus omnis deorsum adimatur rotæ aut globo cujuslibet gravitatis, & in quovis plano inclinato: ibi enim consistentiæ, aut quietis nomine solam conversionem excipio,

excipio, non lapsum nego. Fieri si quidem potest, ut adeò continuo lævare lubricum sit planum, exactèque rotundatus globus, ut nullam ex eminulis particulis moram recipiens deorsum labatur, volubilitate ipsâ motum nihil juvante, sed solo pondere urgente, cum in lineâ ad horizontem perpendiculari semper maneat centrum gravitatis, & punctum contactûs.

Neque esset diversa ratio sphæræ centrum gravitatis habentis extra centrum molis, ac cæterorum corporum non sphæricorum: Nam gravia quæcunque in plano inclinato constituta tantum habent ad descendendum momenti, ut asperitatis resistantiam vincant, repunt quidem, si linea directionis ab eorum gravitatis centro in terræ centrum ducta transeat per contactum subjecti plani, & impositi gravis; rotantur verò, si directionis linea in plani declivitate cadat extra contactum: sive demùm in puncto, sive in lineâ, sive in superficie contactus fiat. Est autem animadvertendum non esse opus, ut una continua superficies sit, aut linea, secundùm quam se tangant; sed pro superficie aut linea contactûs accipitur totum illud spatium, quod inter extrema contingentia rectis lineis conjuncta intercipitur.

Sit planum inclinatum A B, cui globus C incumbit contingens in puncto D. Ex centro gravitatis C, quod & centrum molis est ex hypothesi, cadat linea directionis C E perpendicularis in horizontem F B; quæ necessariò cadit extra punctum contactûs D; alioquin eadem linea C E caderet ad angulos rectos su-



pra planum inclinatum, & supra horizontale, id quod fieri non potest, cum hujusmodi plana non sint invicem parallela. Per D igitur punctum sustentationis ductâ G H parallelâ lineæ directionis, si per utramque plana parallelâ ducantur, planum per G.H secat sphæram in partes inæqualiter graves; & idcirco pars præponderans, in qua est centrum gravitatis globi, movetur circa punctum sustentationis D, atque adeò in gyrum
conversa

conversa circa centrum C descendit, ac rotatur. Quod si inæqualis fuerit sphaerae substantia, & centrum gravitatis I in perpendiculari GH, non descendet sphaera in gyrum acta, sed tantum repet, cum neutra pars præponderet.

Simili ratione parallelepipedum KL, cujus centrum gravitatis M, non repit; quia, cum linea directionis MN cadat extra basim KO, quæ contingit subjectum planum, si per extremam lineam KP transeat planum PQ horizonti perpendicularare, dividitur parallelepipedum in duo prismata inæqualia, & non æquiponderantia: cum verò prisma trapezium QLKP præponderet prismati trigono KOQ, quod sustinetur à basi, illud necessario descendit, & circa lineam KP convertitur. Contrà autem quando intra basim contactus, ut in cubo PR, cujus centrum S, cadit linea directionis ST, tunc repit, & non rotatur cubus; quia scilicet ab extrema sustentationis lineâ KP ductum planum horizonti perpendicularare dividit cubum in partes inæquales ita, ut pars illa, in qua est centrum gravitatis, & quæ à subjecto plano tota sustinetur, præponderet, nec possit à reliquâ parte elevari, ut circa KP convertatur.

Hinc apparet ad quantam altitudinem pertinere possit parallelepipedum, ut in dato plano inclinato non rotetur, sed repat: nam ab extremâ sustentationis lineâ KP excitatum planum horizonti perpendicularare PQ, quod bifariam in partes æquiponderantes dividit parallelepipedum KQ, determinat altitudinem maximam XQ; in omni quippe majori altitudine non repit, sed rotatur, quia lineâ directionis cadit extra basim sustentationis: in omni verò minori altitudine non rotatur, sed repit, quia linea directionis cadit intra basim sustentationis. Hoc idem in corporibus cæteris, quamvis non parallelepipedis, observandum est, an scilicet linea directionis cadat extra basim sustentationis, nec ne.

Quæ tamen de cubo repente dicta sunt, intelligi velim spectatâ per se gravium figurâ: quia per accidens fieri potest, ut corpus non repat, sed roretur, quamvis linea directionis cadat intra basim, quæ planum inclinatam contingit. Nam si in motu occurrat super plano inclinato offendiculum aliquod, cui descendens corpus illidatur, fieri potest, ut impetus ex motu conceptus ita promoveat centrum gravitatis in anteriora, ut linea directionis

directionis cadat extra basim ultra punctum illud, quod proximum est offendiculo, ac proinde circa illud convertatur. Hæc autem potissimum est ratio, cur ex clivis descendentes lapides, quamquam nec orbiculares, nec admodum alti, rotentur tamen; quia scilicet multa offendicula in clivo occurrunt, & ab impetu per motum concepto partes superiores promoventur ulterius, inferioribus retardatis. Sic sæpè cespitantes cadimus, quia ab offendiculo retinentur pedes, cum interim corpus reliquum ex concepto impetu ulterius promoveatur, ita ut linea directionis cadat extra basim sustentationis.

C A P U T IX.

Cur turres inclinatae non corruant.

Observandum est, ait Vitruvius lib. 6. cap. 11, uti omnes structurae perpendiculari respondeant, neque habeant in ulla parte proclinationes. Nemo est qui non intelligat præceptum hoc ad ædificiorum consistentiam pertinere; sed neque defuerunt, qui rem subtilius, quam par sit, perpendentes inani timore se torquebant, ne fortè aliquando domus corrueret, cujus parietes inter se paralleli fuerant constituti; cum enim perpendicularia sibi demum in terræ centro occurrant, fieri non posse putabant, ut simul paralleli essent parietes. Id quod Geometricè quidem verum est; Physicè tamen parallelismus cum perpendicularis consentit: nam si funiculos duos longitudinis ped. 100. clavo affixos ita extendas, ut extrema eorum palmi intervallo distent, angulum facient acutissimum; & si lineas duas bipedales duxeris eorum extremitatibus congruentes, vix different à parallelis, cum intervalla jungentia utrosque linearum terminos differant inter se solum palmi parte quinquagesima. Longè autem majorem rationem terræ semidiameter habet ad quamlibet ædificiorum altitudinem; ut proinde à parallelismo multo minùs recedant parietes, etiam si fuerint turrium instar altissimi. Ponantur enim parietes duo, aut potiùs turres, distare inter se pass. 300; sit autem parietum, vel turrium altitudo pass. 60, hoc est ped. 300. Constat mihi, ut alias ostendi, terrenam semidiametrum non esse minorem passibus Rom.

G

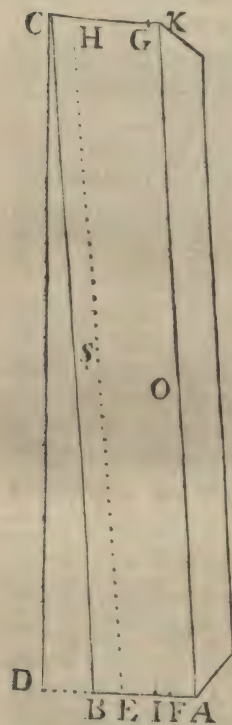
antiq. 4128635 : quare si fiat ut terræ semidiameter 4128635 ad altitudinem 60, ita distantia parietum, aut turrium in imo 300, ad aliud, proveniet differentia, qua distantia turrium in summo vertice superat earum distantiam in imo pede, & erit partium $\frac{4119}{1022000}$ unius passus, quæ est minor quàm $\frac{1}{7}$ digiti: quis autem parallelas non dixerit turres, quæ vix uno aut altero hordei grano distant à parallelismo? Quod si in tanta altitudine atque distantia discrimen hoc adeò exiguum est, satis patet, quid de columnarum parallelismo dicendum sit. Constat autem ex his ædificia in altissimis montibus constituta habere parietes minùs à parallelismo recedentes, si fuerint ad perpendicularum ædificati, quàm in locis depressioribus: atque adeò, si duæ columnæ eandem inter se positionem servantes descenderent cum subjecto plano, ita ut alterutra columnarum illarum ad perpendicularum descenderet, reliqua demùm adeò inclinaretur, ut caderet.

Sed quàm inanem sibi struant sollicitudinem, qui nimis exigue, & exiliter ad caleulos revocant structurarum perpendiculara, satis indicant turres inclinatæ, quæ post aliquot secula consistunt citrà ullum ruinæ periculum, quamvis illam timeant imperiti. Duas habemus in Italiâ turres ob insignem inclinationem conspicuas; altera est Bononiæ quadrata opere lateritio, altera Pisis rotunda ex albo marmore affabrè expolito, & columnis 284 rite dispositis ornata. Ædificari cœpit anno 1173 Germano quodam architecto, quem ab aliis Guillelmum, ab aliis Joannem OEnipontanum dici reperio. Rotunda est forma duplici muro concludente scalas cochleæ in modum ab imo ad summum ductas: parietis crassities est cubitorum $6\frac{1}{3}$, turris altitudo cubitorum 78, ambitus in imo pede cubitorum 80; unde colligitur diameter cubitorum ferè $25\frac{1}{2}$; inclinatio, seu intervallum inter basim, & perpendicularum est cubitorum $7\frac{1}{2}$, ut ex literis ad me inde datis habeo; quamvis apud aliquos legerim tantum cubitos 7, apud alios $6\frac{1}{2}$. Factâ ne fuerit illa inclinatio de industriâ, an verò subsidentibus fundamentis, incertum est. Ego non facile eo in illorum sententiam, qui id scribunt contigisse ex artificis imperitia, cui non satis perspecta esset soli natura; tum quia fundamenta altitudinem

nem

nem habent, atque amplitudinem ingentem, quibus construendis annus solidus satis non fuit; tum quia nullam unquam egit rimam, id quod subsidente solo rarissimum est; tum quia potuit architectus excitari ad artis specimen exhibendum à turri Bononiensi Garisendâ excitatâ anno 1110.

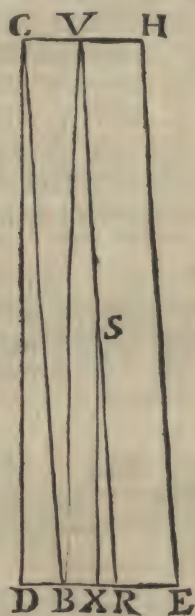
Turris Bononiensis altitudinem habet pedum Bonon. 130; exterius inclinatur ped. 9, interius verò ped. 1, & paulo amplius: muri crassities in parte infimâ est pedum $6\frac{1}{2}$, in suprema ped. 4; cava turris ped. 7. quare lateris longitudo est ped. 20, & ambitus, quoniam quadrata est, ped. 80. Ex his mensuris, quas in *Bononiâ perlustratâ* anno 1650 typis evulgatâ attulit Antonius Pauli Masini, turris speciem exhibeo, & est AB latus unum



ped. 20, BD inclinationis mensura ped. 9. DC altitudo perpendicularis ped. 130; EB & AF ped. $6\frac{1}{2}$ crassities imi parietis, & CH ped. 4. crassities ejusdem parietis EC exterius inclinati. At quoniam inclinatio interior FI dicitur esse ped. 1, & paulo amplius, erit ID paulo major ped. 21; erecta autem ex I perpendicularis dabit punctum G terminum crassitiei muri AG in parte suprema, & erit CG major ped. 21, cum sit æqualis ipsi ID. Quare fieri non potest, ut KG sit ped. 4; quemadmodum HC; alioquin esset CK saltem ped. 25, cum basis AB sit tantum ped. 20. Hinc si liceat conjecturas persequi (quandoquidem veritatem assequi non potui, cum non careat periculo ascensus per scalas ligneas à pluviis maximam partem corruptas) existimo AF majorem esse quàm EB, hoc est majorem pedibus $6\frac{1}{2}$, KG verò minorem quam HC, ut turri sua constet Eurithmia; id quod obtineretur, si ID uno, aut altero pede minor esset quàm AB, differentia enim inter ID, & AB esset crassities KG. Et sanè memini aliquando me au-

divisse supremam crassitiem muri oppositi parti inclinatae non excedere integrum pedem. Id autem valde opportunum accidebat, ut longè facilius paries A F G K suâ mole staret: neque enim casu inclinatam fuisse turrin dicere poteris, quam constat prope Asinellam rectissimam ideò fuisse conditam, ut multo clariùs appareret inclinatio: præterquam quod inclinatio interior minor externâ satis ostendit muros nunquam fuisse parallelos.

Porro ut constet ex hujusmodi inclinatione non magis esse de ruinâ timendum, quàm si exactè perpendicularis esset, examinemus, si placet, centrum gravitatis in turri Bononiensi; hinc enim facilis erit conjectura de cæteris. Et



primò parietis maximè inclinati sectio verticalis illum bifariam secans ac transiens per centrum gravitatis sit H C B E: cujus latera parallela H C, E B bifariam secta in V & R jungantur rectâ V R, cujus longitudo investiganda est, ut in eâ definiatur punctum S centrum gravitatis, ac innotescat utrum perpendicularis S X, scilicet linea directionis cadat intra basim E B sustentantem. Et ut à fractionibus minus incommodi subeamus, liceat assumere pedem in partes centesimas divisum. Cum autem E B sit ped. $6\frac{1}{2}$, semissis R B est ped. 3. 25''; & quia H C est ped. 4, V C est ped. 200''. Et ducatur recta B V.

In triangulo B D C rectangulo datis B D, inclinatione ped. 900', & altitudine perpendiculari C D ped. 1300', additis laterum quadratis fit quadratum hypotenusæ B C, quæ est ped. 13031''. Ex datis autem lateribus B D, & D C invenitur angulus C B D gr. 88. 33', cui æqualis est inter parallelas V C, B D alternus V C B: angulus verò C B R gr. 91. 47'.

In triangulo V C B datis lateribus V C ped. 200', C B ped. 130. 31'', & angulo verticali V C B gr. 88. 33', reperitur C V B

Liber primus. CAPUT IX.

53

C V B gr. 90. 34'. 14'', & V B C gr. 0. 52'. 46''. Ex his autem investigatur V B ped. 130. 26''.

Quoniam autem angulus C B R notus erat gr. 91. 27', si dematur ex illo angulus V B C gr. 0. 52'. 46''. remanet V B R gr. 90. 34'. 14'', æqualis angulo C V B alterno inter parallelas; & nota sunt latera illum constituentia B R ped. 3. 25''. & B V ped. 130. 26''. Ex quibus datis invenitur angulus B R V gr. 88. 0'. 2'', B V R gr. 1. 25'. 44'' & basis V R ped. 130. 326''.

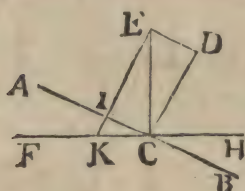
Jam verò, ex prop. 15 lib. I. Æquipond. Archimedis, dividatur V R in S eâ ratione, ut sit V S ad S R, ut duplum E B majoris parallelarum unâ cum minore H C, ad duplum H C unâ cum majore E B, hoc est (quia E B est ped. 6½) & H C ped. 4.) ut 17 ad 14½. Igitur ut 31½ ad 14½, ita V R 130. 326'', ad S R ped. 59. 99''. Demum ex S ducta perpendiculari S X, quia in triangulo R X S rectangulo datur angulus S R X gr. 88. 0'. 2''. atque adeò ejus complementum R S X gr. 1. 59'. 58''. & latus S R ped. 59. 99''. invenitur latus R X ped. 209''. Est igitur R X linea minor, quàm R B posita ped. 3. 25''; & idcirco perpendicularis linea directionis S X cadit intrâ basim parietis E B C H.

Sed quia facturum me puto rem aliquibus gratam, si quas inij rationes hîc exhibeam, calculi totius progressum per logarithmos hîc addo, ut illum possis, si placeat examinare.

In Triangulo B D C rectang.				In Triangulo V B R			
BD ped. 900'	— r l	7, 04575, 74906		VB + BR ped. 1335'	— r l	5, 87448, 62041	
DC ped. 130. 00'	— l	4, 11394, 33521		VB — BR ped. 12701	— l	4, 10383, 79160	
CBD gr. 88. 33.	m	1, 15970, 08429		Semifumma ang. gr. 44. 42. 53. m		9, 99507, 51920	
				differentia gr. 43. 17. 9 m		9, 97399, 93121	
In Triangulo V C B				In triangulo R S X rectang.			
CB + CV ped. 132. 31'	— r l	5, 87840, 73306		RSX gr. 1. 59. 58. — l	854269, 84915		
CB — CV ped. 128. 31	— l	4, 10816, 05050		RS ped. 59. 99. — l	377807, 88019		
Semifumma ang. ad basim	g. 45. 43. 30. m	10, 01099, 19226		RX ped. 2. 09' — l	232077, 73534		
differentia	g. 44. 50. 44. m	999765, 98182					
Angul. C V B	g. 90. 34. 14						
Ang. V B C	g. 0. 52. 46						
CBR	g. 91. 27. 0						
V B R	g. 90. 34. 14						
V B C gr. 0. 52. 46'	— r l	1, 81393, 17962					
V C B gr. 88. 33. 0.	— l	9, 99986, 09115					
V C ped. 200.	— l	2, 30102, 99957					
V B ped. 130. 26'	— l	4, 11482, 27034					

G 3

Quod si paries exteriùs inclinatus etiam solitarius consistere posset, modò ea esset partium connexio, ut unum quid solidum conflarent, quia directionis linea intra basim sustentantem cadit, & planum per extremam basim lineam, & terræ centrum transiens relinquit interiorem parietis partem præponderantem exteriori: quis possit de turris ruinâ dubitare, si eâdem methodo deprehendat oppositi parietis A G centrum gravitatis esse in O, ac proinde comparatis reliquorum duorum parietum centris gravitatum, totius turris centrum gravitatis esse in intimis turris partibus? Quò igitur firmiùs sibi cohærebunt partes turris, eò major erit inclinatio, quam obtinere potest citra cadendi periculum. Id quod pueris ipsis notissimum est, qui turriculas inclinatâs architectantur ex buxeis orbiculis, quibus in alveolo ludunt.



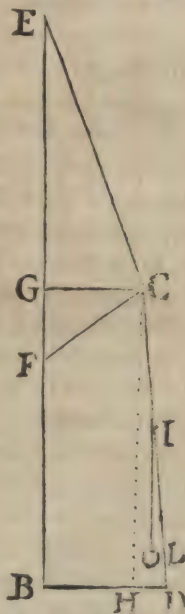
Et ut res ista planissimè ostendatur, sit supra planum inclinatum AB, parallelepipedum ligneum ID ita, ut recta CE ad horizontem perpendicularis transeat per centrum gravitatis: constat ex dictis cap. 8. futurum esse, ut grave ID repat, non autem roteretur, quia pars CED non præponderat parti CEI, siquidem possit descendere per planum inclinatum; quod si à lapsu impediatur, subsistet. Jam verò intellige per C planum FH horizontale, & adnecti prisma trigonum CIK parallelepipedo ID; utique pars CEK præponderat parti CED, multòque minùs dubitandum erit de solidi KD ruinâ versus H. Quid autem aliud est solidum KD, quam turris inclinata?

Scripseram hæc jam tum ab anno labentis sæculi quinquagesimo sexto; cum animum subiit suspicari, an superiùs allatæ ex Masino turris Bononiensis mensuræ omninò veritati responderent. Quare litteris ad P. Franciscum Mariam Grimaldum datis rogavi, ut pro eâ, quam ad res omnes conferre solebat, diligentia, accuratè mensuras illas inquireret: hæc igitur ex ejus responsione habui, quibus superiùs dicta corrigenda sunt; quæ tamen expungere nolui, ut si lubeat, vulgarem opinionem sequi valeas.

Extimus

Extimus turris ambitus tam in imâ, quam in supremâ parte æqualis est, adè ut oppositæ facies parallelæ excurrant: singulorum autem laterum ad basim latitudo est ped. Bonon. 17. unc. 8. murorum crassities in imo æqualis est; eo tantum discrimine, quod murus, qua parte ostium patet, crassus est ped. 5. unc. 11. qui verò Septentrionem spectat, propiùs accedit ad pedes 6. Porro in summâ turri murorum crassities pariter æqualis est, & vix deficit à pedibus 5, quantum quidem ex aspectu à superiori proximæ turris Asinellæ podio conicere potuit singulorum murorum lateres numerans. Areæ demum vacuæ ad basim latus unum est ped. 6. alterum ped. 6. unc. 1.

Cum autem pluviae per hiantem, & patulum turris verticem deciduæ scalas corruerint, nec eò veniri possit, ut demisso perpendiculari altitudo turris investigetur, subsidium petendum fuit ex Trigonometriâ, & ex proximâ turri Asinellâ, cujus mensuræ multiplici observatione innotuerant. Sit itaque turris inclinata DC, superioris autem podij Asinellæ altitudo EB ped. $234\frac{1}{2}$, unde observatus est angulus CEB gr. $18.40'$. Item in eadem turri Asinellâ patet fenestra in F, adeò ut distantia EF sit ped. 141 : ibi pariter observatus est angulus EFC gr. $51.51'$. Quare in triangulo CEF, notum est latus EF, & duo anguli adjacentes, ex quibus datis colligitur EC distantia ped. $117\frac{1}{2}$. Jam verò intelligantur ex C cadere duæ perpendiculares, altera quidem CH in planum horizontale, altera verò CG in turrim Asinellam; erit enim altitudo CH æqualis altitudini GB, nam CG est parallela horizonti, cui turris EB perpendicularis insistit. Ut igitur innotescat quæsitæ altitudo, inveniatur in triangulo rectangulo CGE, ex datis latere CE ped. $117\frac{1}{2}$ & angulo observato CEG, gr. $18.40'$, latus EG ped. $111\frac{1}{2}$. Jam verò si EG ped. $111\frac{1}{2}$ dematur ex EB ped. $234\frac{1}{2}$, remanet altitudo GB, hoc est CH, ped. $123\frac{1}{2}$.

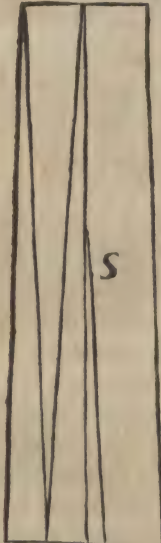


Demum

Demum ad investigandam turris inclinationem, applicito ad punctum I perpendiculo observatus est angulus DIL gr. 3. 10'. cum autem IL parallela sit perpendiculari CH, erit pariter angulus DCH gr. 3. 10'. Igitur in triangulo DCH rectangulo ad H notum est latus CH ped. 123 $\frac{1}{12}$, & angulus DCH gr. 3. 10', ergo & innotescit latus DH ped. 6. $\frac{10}{12}$, quæ est mensura inclinationis quæsita.

Ex his accuratioribus mensuris indagemus, si placet, in orientali pariete inclinato centrum gravitatis, & lineam directionis methodo eadem, qua superius usi sumus; eademque figura sectionis verticalis resumatur. Est igitur EB ped. 6. ac propterea RB ped. 300"; & quia HC est ped. 5, VC est ped. 2. 50". BD autem est ped. 6. unc. 10, hoc est ped. 6. $\frac{10}{12}$.

C V H



D B X R E

V R B gr. 86. 35' 43". B V R gr. 1. 23' 41", & basis VR ped. 123. 17'.

Tum fiat ut 17 ad 16; hoc est duplum majoris EB cum minore HC, ad duplum minoris HC cum maiore EB, ita VS ad SR, & erit SR ped. 59. 72". Ducta igitur ex S centro gravitatis

In Triangulo BDC rectangulo datis BD ped. 6. $\frac{10}{12}$, & altitudine perpendiculari CD ped. 123 $\frac{1}{12}$, additis laterum quadratis fit quadratum hypotenuse BC, quæ est ped. 123. 27". Fiat igitur ut CB ped. 123. 27", ad BD ped. 6. 83". ita Radius ad sinum anguli BCD gr. 3. 10' 34". Quare angulus reliquus CBD gr. 86. 49' 26", cui æqualis est alternus VCB inter parallelas VC, RD; angulus autem, qui est deinceps, CBR gr. 93. 10' 34". In triangulo VCB datis lateribus VC ped. 2. 50", CB ped. 123. 27", & angulo verticali VCB gr. 86. 49' 26", reperitur CVB gr. 92. 0' 36", & VBC gr. 1. 9' 58". Ex his verò invenitur VB ped. 122. 76".

Jam verò in Triangulo VBR, notus est angulus RBV æqualis alterno CVB gr. 92. 0' 36". & nota sunt latera RB ped. 300", & VB ped. 122. 76". Quare invenitur angulus

vitatis perpendiculari lineâ directionis SX , ex datis latere SR ped. $59.72''$, & angulo VRX gr. $86, 35, 43''$, innotescit RX ped. $3.54''$. Quare RX major est quàm RB : & si paries ille solitarius esset, non utique consisteret; sed quoniam reliqui tres parietes adjecti sunt, constat ita totius molis centrum gravitatis esse in intima turris parte, ut linea directionis cadat intra turris basim sustentantem.

Ex his discuties timorem eorum, qui solliciti sunt de obeliscorum consistentiâ, ex inclinatione aliquâ verticis ruinam proximam præfagientes: cum enim in hujusmodi molibus centrum gravitatis vicinius sit basi quàm vertici, si centrum inclinetur in alterutram partem spatio tantum digitali, vertex insignem acquireret inclinationem, consisteret tamen, quandiu linea directionis transibit per basim sustentationis. Inclinatione enim non est spatium illud, quod inter basim, & perpendicularum à turris, vel obelisci vertice demissum intercipitur (quamvis hoc vocabulo hæcenus abuti placuerit, ne à vulgo discreparem) sed est angulus, quem turris facit cum plano; & manente eadem inclinatione, intervallum illud mutari potest pro majore, aut minore turris longitudine. Quare quò longior est moles inclinata, cæteris paribus, minùs est timendum, quia minor est declinatio à perpendiculari: si enim KE sit pedum 100 , KC verò ped. 1 . angulus KEC æqualis declinationi à perpendicularo est gr. $0.34.22''$. at si KE sit ped. 50 , & KC iterum ped. 1 . angulus KEC est grad. $11.32.13''$.

Hic autem quasi præteriens satisfaciam quærenti, cur longiores hastas faciliùs, quàm breviores virgas digiti extremitate sustineamus, quin cadant. Quia nimirum minimus angulus declinationis à perpendicularo statim se prodit hastæ vertice ad partem unam secedente, cui statim occurrimus hastæ calcem manu transferentes, ac sub vertice collocantes: verùm quia facilior hastæ consistentia innotescit etiam, quando à suppositâ manu calx ejus non movetur (nam si militarem sarissam terræ perpendiculariter insistentem constitueris, potes te semel in gyrum contorquere, & illam quasi perpendicularem recipere, id quod in breviori hastâ non obtinebis) alia est ratio petenda primùm ex dictis, quia scilicet longior hasta, cæteris paribus, minùs declinat à perpendicularo, ideòque difficiliùs descendit;

H

deinde quemadmodum longiorem hastam si in aquâ agitaveris majorem percipies resistantiam, quàm si breviorẽ virgam incitares ; ita aërem variis semper motibus turbatum plus etiam impedire descensum longioris hastæ censendum est, præsertim si in superiore parte aër versùs unam, in inferiore autem versùs aliam partem moveatur : id quod in breviori virgâ non accidit, quam modicus aër contingit, nec potest aut adeò resistere divisioni, aut adeò diversis motibus cieri. Hinc asta longior tardiùs descensum molitur, & faciliùs sustinetur, quia major aëris dividendi quantitas, ac motus var'us, magis resistit, & datâ æqualitate motûs minùs declinat à perpendiculò.

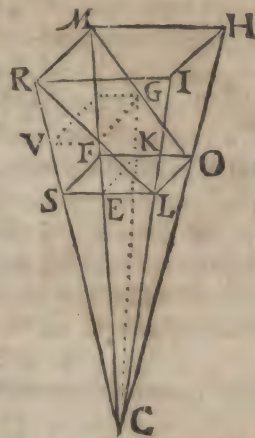
C A P U T X.

*An plurium structurarum capax sit mons, quàm
subjecta planities.*

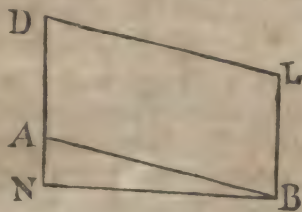
POTest mons cum subjectâ planitie, cui insistit, dupliciter comparari ; primùm conferendo solam planitiem in vertice montis existentem cum parte subjecti plani sibi respondente ; deinde clivum montis comparando cum plano horizontali. Et sanè si planities in summo montis jugo consideretur, certum est illam esse plurium structurarum capacem, quàm subjectum planum in superficie globi terrestris : Quemadmodum enim superficies sphæræ majoris plura capit ædificia, quàm minor, ita etiam sphærarum inæqualium partes similes inæqualis sunt capacitatis : Constat autem planitiem in summo monte pertinere ad sphæram majorem, quàm pertineat similis planities illi subjecta ; ac proinde & amplior est, & magis capax. Harum verò planitierum differentia ea erit, quæ est quadratorum distantiarum à centro terræ : quòd si quadratorum hujusmodi differentia exigua sit & contemnenda, eo quod ad illam quadratum semidiametri terræ habeat nimis magnam rationem ; planitierum pariter differentia fugiet omnem sensum.

Sic

Sit terræ semidiameter CS , altitudo autem montis OR , in cuius vertice sit planities RH , cui similis est in superficie globi terreni planities SO illi parallela: hæ autem planities similes habent, per 20. lib. 6. duplicatam Rationem laterum RI , SL , hoc est, per 4. lib. 6. duplicatam Rationis, quam habet CR ad CS . Est igitur ut quadratum distantie CR ad quadratum distantie CS , ita planities RH ad planitiem SO . Plura itaque ædificia perpendiculariter insistentia possunt in planitie RH majori excitari in montis vertice, quàm in subjectâ planitie.



At si montis clivus $RMO L$ comparetur cum subjectâ planitie SO , certum est illum esse majorem, sicuti latus RL oppositum angulo $RS L$, qui non est minor recto, majus est latere SL in triangulo $RS L$, & RM ad SF est ut RC ad SC : superficies igitur LM comprehensa sub majoribus lateribus, & angulis non minoribus, quàm superficies SO , major erit, si illa per se consideretur. Non tamen continuò major dicenda est capacitas, quæ plura aut ampliora recipiat ædificia; nisi mons ad ingentem altitudinem ascendat; tunc enim perpendiculara non sunt inter se parallela, propter insignem eorum distantiam. Nam si super clivo AB sit structura AL , cujus parietes perpendicularares, sint etiam paralleli LB , DA , illi non magis inter se distant, quàm si super plano horizontali NB fuissent excitati: quicquid sit, quod, sicut linea AB major est quàm NB , ita planum inclinatum majus sit plano horizontali.



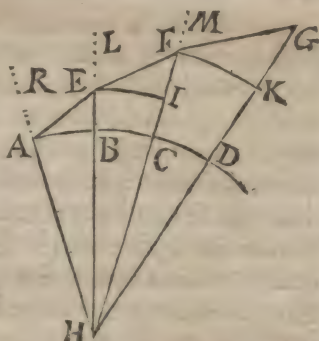
Non igitur plures aut ampliores structuras recipit clivus collis, quàm subjectum planum horizontale. Quod verò de structuris dicitur, de cæteris quoque intelligendum est, quæ perpendicularia insistent, & spatium implent; at si ita se habeant, ut

perpendicularia non insistant, certum est plures aut longiores homines jacere posse in clivo AB , quos non capit planum NB : vel si in clivo se minus invicem impedian, tunc plura hujusmodi corpora in colle esse possunt quàm in planitie: si enim rami arboris inferioris respondeant trunco superioris; certum est quod multò viciniore esse possunt arbores, quàm in planitie, ubi rami se vicissim impediētes majorem postulant truncorum distantiam; ac proinde etiam multo plures arbores intra easdem parallelas erunt. Sic plures homines esse possunt in gradibus amphitheatri, quàm in subiecto plano, quia graciliores partes superiorum respondent crassioribus inferiorum, & se minus invicem impediētes minus relinquunt spatij vacui: quod si non homines, sed parallelepipeda, statueres in gradibus, non plura statui in iis possent, quàm in planâ areâ gradibus subiectâ.

Hæc autem ædificiorum æqualitas in clivo & in planitie, locum non habet nisi intra illud spatium, quod interceptur à perpendicularis Physicè parallelis; statim enim ac à parallelismo recedunt perpendiculara, si ea fuerit altitudo, ad quam clivus ascendens venit, ut planities parallela plano horizontali in eâ altitudine major sit, quàm similis planities depressior, etiam plura ædificia recipiet clivus, quàm unica planities horizontalis subiecta. Ponamus enim perpendiculara GC , & OC jam non esse parallela, eamque esse altitudinem KG , ut planum per G transiens horizonti parallelum majus sit plano per O intra eadem perpendiculara intercepto, erit quidem capacitas plani inclinati $GOLF$ æqualis capacitati subiecti plani $EKOL$: at ulterius ascendendo capacitas $FGMR$ non erit æqualis capacitati plani SK continuati cum priore plano EO , federit major, quippe quæ æqualis est capacitati plani VG ; est autem planum VG ad planum simile SK , ut quadratum GC ad quadratum KC : major igitur est totius clivi ML capacitas, quàm planitiei SO .

Et ut res apertius constet, quandoquidem clivi altissimorum montium, si eandem servant inclinationem, non sunt ab imo pede ad summum jugum æquabili, & continuo ductu extensi, Sit terræ centrum H , & superficies
 AD ,

AD; cujus arcus dividatur in partes AB, BC, CD æquales, ita ut singuli arcus pro rectâ lineâ, & superficies pro plano horizontali Physicè usurpari possint; & tunc solum intelligatur mutari horizon, quando ex A jam venerit in B, deinde in C &c. Si igitur sit planum inclinatum AE, ubi venerit in E punctum perpendiculi HB producti, non potest rectâ progredi, quin mutet inclinationem supra horizontem novum, ad quem venit; quare ut servetur similis inclinatio, deflectit in EF, & est angulus HEF æqualis angulo HAE cui demum ubi venerit in F, debet fieri æqualis angulus HEG. Centro autem H, intervallis HE & HF describantur arcus EI, & FK. Certum est duarum linearum angulum constituentium partem aliquam extremam esse, secundum quam lineæ illæ non differunt, sensu judice, à parallelis; at si major pars accipiatur, jam perit parallelismus: Sic RA, & EB pro parallelis usurpari si possint, non poterunt similiter pro parallelis accipi RA, & LB: Sic LE, & FI sumuntur tanquam parallelæ citrà errorem, at non item LB, & MC. Quare perpendicula non solum recedunt à parallelismo sensibili, quia majorem angulum in centro H constituunt, sed etiam quia major eorum pars assumitur, in qua jam apparet convergentia, quæ in parte minore latebat.



Cum itaque structuræ perpendiculares in plano inclinato occupent spatium eodem modo, ac si essent in plano horizontali intra easdem parallelas, jam constat clivi partem EF comparandam esse cum plano EI, non autem cum plano BC; quia in E, & I terminatur parallelismus linearum LE, FI. Est igitur capacitas clivi EF æqualis capacitati EI; at capacitas EI major est quàm capacitas BC, ergo capacitas clivi AF major est, quàm capacitas planitie A C. Eademque esto de cæteris ratio. Hinc manifestum est non omnino in universum vera esse, quæ passim dicuntur de æquali capacitate collium, & planitie subjectæ, nisi hæc certis limitibus circumscribantur; videlicet si sermo sit de iis quæ tantum perpendiculariter insistant, &

intrà illud spatium, ac in eâ altitudine, ubi perpendicularorum convergentia adeò exigua est, ut evanescat. Caterùm satis mihi videor ostendisse fieri posse, ut clivus aliquis plures structuras recipere possit, quàm superficies sphærica globi illi respondens. Si enim eadem est semper, ut supponitur, plani inclinatio, etiam latera turrium, vel domorum parietes æquè invicem remoti intercipient æquales partes plani inclinati: Si ergo structura intercipient semissem plani AE transferatur in EF , æqualem partem intercipient; at hæc minor est semisse ipsius EF , igitur duæ structuræ occupantes totum planum AE , translatae in EF æquale spatium occupabunt, & relinquent adhuc partem spatij inanem. Esse autem EF lineam majorem linea AE patet; quia triangula AHE , EHF æquiangula sunt, & latera habent proportionalia, adeoque ut AH ad HE , ita AE ad EF ; atqui HE excedit lineam HA ; igitur & EF major est quàm AE : ergo multo major erit superficies ipsius EF , quàm superficies similis ipsius AE . In spatio igitur, quo superficies EF excedit superficiem AE , poterit alia præterea structura excitari.

CAPUT XI.

Quomodo animalium motus ordinentur ex centro gravitatis.

DEi sapientiam nunquam satis admirari possumus, quæ in ordinandis naturæ motibus elucet; animalia enim solo naturæ ductu adeò accuratè se ipsa sistunt in lineâ directionis, ut nemo mathematicus Geometriæ apices perscrutatus possit tam subtiliter deprehendere, ac brevissimo temporis momento, centrum gravitatis. Quandoquidem sive consistentium quietem, sive gradientium motum, sive reclinantium se se inflexionem consideres, miram naturæ artem intelliges, quâ præcavit, ne corpus ingenitâ gravitate delatum præceps caderet. Id autem assecuta est motus ita disponendo, ut linea directionis nunquam

quam caderet extrà basim sustentationis, nisi fortè in cursu, in quo tamen satis consultum est animalis incolumitati, dum ab anteriore pede, ubi terram attigerit, retinetur, ne ulterius descendat.

Basis autem sustentationis non sunt soli pedes, sed totum illud spatium interceptum à lineis pedum extremitates jungentibus; sic in quadrupedibus linea directionis debet cadere intrà spatium comprehensum lineis, quæ jungunt extrema pedum terram contingentium, ut possit animal consistere. Hinc equus in posteriores pedes se erigens flexis poplitibus reclinat se se in posteriora, & tantisper in eo situ consistit, dum centrum gravitatis imminet spatio, quod à pedibus occupatur, & ab illis intercipitur; & si extra illud spatium cadat linea directionis, vel averſus cadit, vel iterum quatuor pedibus insistit. Ubi tamen observandum est ex equo & equite fieri unam molem compositam unum habentem commune centrum gravitatis: unde fit equum magis defatigari, si eques non rectus insideat; sed inclinatus in alterutram partem, centro enim gravitatis translato motûs facilitas mutatur; & equite in anteriora inclinato ac premente caput equi in posteriores pedes erecti, centrum gravitatis in anteriora transfertur, & occurritur periculo, ne equus averſus cadat.

Porro dum spatium à pedibus occupatum voco basim sustentationis, non semper satis est lineam directionis cadere non extrà pedes; quia si pedes ipsi solum ex parte tangant subjectum corpus, ut contingit in funambulis, debet linea directionis cadere in funem, cui insistent pedes, & si extra illud cadat, certa est ruina, quia latitudo pedum non juvat. Cum autem difficillimum sit diutius consistere ita, ut centrum gravitatis semper immineat funi, ideò funambuli, vel hastam plumbeis laminis gravem in extremitatibus manu tenent, vel brachiis expansis se librant, ut hastam vel brachia extendentes in partem oppositam ei, in quam gravitas inclinat, centrum gravitatis constituatur in puncto, quod immineat funi sustentanti. Hinc oritur difficultas consistendi, quam experiuntur grallatores; cum enim grallæ exiguâ sui parte tangant terram, est quasi linea, in qua fit sustentatio, extra quam facile cadit linea directionis: ideò tertium gestant baculum, cui innitantur,

innitantur, quoties quiescere voluerint, lineâ directionis cadente intrâ spatium triangulare comprehensum à grallis, & baculo.

Hic autem maximè se prodit naturæ providentia in tam variâ pedum conformatione, ut ad sustentandum idonei essent: quadrupedibus siquidem non adeò amplos pedes tribuit, quia ex eorum inter se distantia plurimum spatium intercipitur, cui immineat centrum gravitatis: bipedibus verò latiores tribuit pedes, quâ parte timeri potuit casus: sic quia ex duorum crurum modicâ divaricatione non facilè periculum erat cadendi in alterutrum latus, ideò humanis pedibus minorem dedit latitudinem, quàm longitudinem; hanc verò non in æquas distribuit partes, sed minimam calci (præterquam in Scauris, quos pravis fultos male talis appellat Horatius, talis scilicet extantioribus) maximam anteriori parti concessit, ne impetu per motum concepto translatum centrum gravitatis in anteriorem transiliret basim sustentationis. Aliquam tamen mediocrem latitudinem pedibus concessit, ut posset homo, si res ferret, unum tantum pedi insistere, & esset aliqua spatij amplitudo, intrâ quam quodlibet punctum opportunum esset consistentiæ centri gravitatis. Sic aves illæ, quæ uni pedi insistant, cujusmodi sunt grues, & ciconiæ, digitos habens longiores, quos valdè explicant quasi in gyrum, ut amplior sit basis sustentationis; intrâ quam ut cadat linea directionis, altero pede elevato inclinatur corpus in oppositam partem, ut centrum gravitatis immineat pedi sustentanti. Eandem ob causam anseres, & anates, quæ multâ carne abundant, & amplo sunt pectore, alternâ quadam, in dextrum, & sinistrum latus inclinatione gradiuntur, ideòque ampliores habent palmas, ut citrà cadendi periculum centrum gravitatis faciliùs vel immineat pedi sustentanti, vel minimum ab eo declinet, ne majore, quàm par sit, impetu descendens corpus & anteriori pedi incumbens, tibiæ musculos, & tendines lædat. Aves verò, quæ subtilioribus ramusculis insident non palmipedes sunt, sed digitatæ (palmæ enim avibus amphibiiis ad natandum potissimum datæ videntur) ut ramis tenaciùs inhæreant; quæ præterquam quod exiguæ sunt gravitatis, facilè se sistant in lineâ directionis, quæ cadat in ramusculum, cui insistant, majore, vel minore angulo, quem faciunt

faciunt tibiæ cum coxâ ; ideò ubi ramum arripuerint , subsul-
tantes se librant , ramumque arctè apprehentes prohibent , ne
repentino casu circumagantur à centro gravitatis nondum im-
minente basi sustentationis.

Verùm quoniam ad aves delapsus sum , prætereundus non
est usus centri gravitatis involatu ; quia enim avis dum alis
aërem verberans in volatu se librat atque suspendit , ita alas
debet extendere , ut centrum gravitatis existat intra illud
alarum spatium , in quo exercetur sustentatio ; ideò si vo-
luerit ad superiora volatum dirigere , alas in anteriora ver-
sus caput extendit , ut centro gravitatis in posterioribus re-
lieto , ac deorsum præponderante , caput sursum dirigatur :
contra verò , ut motum deorsum dirigat , alas retrahit , ut
caput præponderet , ac deorsum feratur. Hinc satis patet,
cur ubi Pavo caudæ pompam explicuerit , erecto pectore &
capite insistat pedibus , quibus immineat centrum gravita-
tis : at si caput ad anteriora inclinare voluerit , & pectus
inflectere , cogitur explicatam caudam demittere , ut sym-
mete illo æquilibrium statuatur corpori , ne proruat , ut verè pro-
cumberet , si pectore inclinato expansa cauda retineretur in
positione eadem.

Infinitum esset singulos animalium motus persequi , in qui-
bus centri gravitatis ratio habetur ; satis fuerit observasse nos
ex declivi loco descendentes non insistere plantis pedum ad
angulos rectos ; sed paululum in posteriora inclinari ; contra
verò ascendentes jugum acclive curvari in anteriora ; ut nimi-
rum linea directionis cadat intra spatium , cui pedes insistant ;
extra quod illa si caderet , nec alteri fulcro inniteremur , quod
una cum pedibus includeret basim sustentationis , necessario
nobis cadendum esset. Quòd si quis onus habens dorso impo-
situm in montosâ regione iter habeat , multò magis curvari de-
bet , cum ascendit , ut pedibus immineat centrum gravitatis
compositæ ex corpore , & ex onere : quare sapientissimè rustici
aliqui in Alpibus , quæ Germaniam ab Italiâ determinant , ar-
culam ex levibus asserculis , & virgulis compactam habent , cui
onera immittunt , basis autem arcule , quæ gestantis corpori
adhæret , imitatur Resc Hebraicum , ita ut pars quidem dor-
so , pars autem capiti incumbat : unde fit , ut centrum gravita-

fuerit, tribuendum censuisssem, nisi Author ipse modicum illum excessum pedum sex cum dimidio redargueret. Quare contingere facile potuit, ut ille, qui tunc Romæ degebat, ex aliquo manuscripto codice meam sententiam rescribens, ubi mensuram hanc pedibus definiebam, brevitatis ergo ad passus revocaverit, quam litera P notatam demùm pro pedibus sit interpretatus. Cæterum prudens, & attentus lector me facillimè ab hoc errore vindicabit, si terræ ambitum mill. 11600. dividat per mill. 500; & quotientem 43 multiplicet per $\frac{15}{17}$ unius pedis; deprehendet enim totum excessum pedum ferè 38, qui excedunt passus septem cum dimidio. Quod si ex diametro pedum 34400000, & ex diametro pedum 34400012, quas ibi Author ponit congruentes peripheriæ juxta Rationem 7 ad 22 considerentur, erit differentia circulorum pedum 38 eadem plane cum nostrâ; sed longissimè minor eâ, quam ille ibi statuit.

Cæterum quantus sit peripheriæ majoris excessus supra minorem, habebitur facillimè, si majoris Radij TF, excessum BF, statuas tanquam circuli Radium; hujus namque circuli peripheria est æqualis excessui illi. Quia enim ut minor Radius TB ad majorem Radium TF, ita minor peripheria ad majorem peripheriam, etiam convertendo & dividendo, ut TB ad BF, ita minor peripheria ad excessum peripheriæ majoris, & vicissim permutando ut Radius TB minor ad suam minorem peripheriam, ita BF excessus Radij majoris ad excessum majoris peripheriæ. Atqui excessus hic BF assumptus ut Radius circuli habet ad suam peripheriam eandem Rationem, quam TB Radius minor ad suam peripheriam; igitur est eadem Ratio BF excessus Radij, ad excessum peripheriæ majoris, quæ est ejusdem BF ut Radij ad suam peripheriam: ergo per 9. lib. 5. hæc peripheria æqualis est illi excessui peripheriæ majoris. Cum itaque Ratio diametri ad peripheriam sit ut 7 ad 22, seu ut 113 ad 355, fiat ut Radius 7 ad peripheriam 44, seu ut 113 ad 710, ita BF altitudo ped. 6. ad ped. 37. unc. 8: qui numerus consentit cum superiore.

CAPUT

faciunt tibiæ cum coxâ ; ideò ubi ramum arripuerint, subfultantes se librant, ramumque arctè apprehentes prohibent, ne repentino casu circumagantur à centro gravitatis nondum imminente basi sustentationis.

Verùm quoniam ad aves delapsus sum, prætereundus non est usus centri gravitatis involatu ; quia enim avis dum alis aërem verberans in volatu se librat atque suspendit, ita alas debet extendere, ut centrum gravitatis existat intra illud alarum spatium, in quo exercetur sustentatio ; ideò si voluerit ad superiora volatum dirigere, alas in anteriora versus caput extendit, ut centro gravitatis in posterioribus relicto, ac deorsum præponderante, caput sursum dirigatur : contra verò, ut motum deorsum dirigat, alas retrahit, ut caput præponderet, ac deorsum feratur. Hinc satis patet, cur ubi Pavo caudæ pompam explicuerit, erecto pectore & capite insistat pedibus, quibus immineat centrum gravitatis : at si caput ad anteriora inclinare voluerit, & pectus inflectere, cogitur explicatam caudam demittere, ut symmate illo æquilibrium statuatur corpori, ne proruat, ut verè procumberet, si pectore inclinato expansa cauda retineretur in positione eadem.

Infinitum esset singulos animalium motus persequi, in quibus centri gravitatis ratio habetur ; satis fuerit observasse nos ex declivi loco descendentes non insistere plantis pedum ad angulos rectos ; sed paululum in posteriora inclinari ; contra verò ascendentes jugum acclive curvari in anteriora ; ut nimirum linea directionis cadat intra spatium, cui pedes insistent ; extra quod illa si caderet, nec alteri fulcro inniteremur, quod tunc cum pedibus includeret basim sustentationis, necessario nobis cadendum esset. Quòd si quis onus habens dorso impositum in montosâ regione iter habeat, multò magis curvari debet, cum ascendit, ut pedibus immineat centrum gravitatis compositæ ex corpore, & ex onere : quare sapientissimè rustici aliqui in Alpibus, quæ Germaniam ab Italiâ determinant, arculam ex levibus asserculis, & virgulis compactam habent, cui onera immittunt, basis autem arculæ, quæ gestantis corpori adhæret, imitatur Resc Hebraicum, ita ut pars quidem dorso, pars autem capiti incumbat : unde fit, ut centrum gravita-

fuerit, tribuendum censuiffem, nisi Author ipse modicum illum excessum pedum sex cum dimidio redargueret. Quare contingere facile potuit, ut ille, qui tunc Romæ degebat, ex aliquo manuscripto codice meam sententiam rescribens, ubi mensuram hanc pedibus definiebam, brevitatis ergo ad passus revocaverit, quam litera P notatam demùm pro pedibus sit interpretatus. Cæterùm prudens, & attentus lector me facillimè ab hoc errore vindicabit, si terræ ambitum mill. 21600. dividat per mill. 500; & quotientem 43 multiplicet per $\frac{17}{12}$ unius pedis; deprehendet enim totum excessum pedum ferè 38, qui excedunt passus septem cum dimidio. Quod si ex diametro pedum 34400000, & ex diametro pedum 34400012, quas ibi Author ponit congruentes peripheriæ juxta Rationem 7 ad 22 considerentur, erit differentia circulorum pedum 38 eadem plane cum nostrâ; sed longissimè minor eâ, quam ille ibi statuit.

Cæterùm quantus sit peripheriæ majoris excessus supra minorem, habebitur facillimè, si majoris Radij TF, excessum BF, statuas tanquam circuli Radium; hujus namque circuli periphæria est æqualis excessui illi. Quia enim ut minor Radius TB ad majorem Radium TF, ita minor periphæria ad majorem periphæriam, etiam convertendo & dividendo, ut TB ad BF, ita minor periphæria ad excessum peripheriæ majoris, & vicissim permutando ut Radius TB minor ad suam minorem periphæriam, ita BF excessus Radij majoris ad excessum majoris peripheriæ. Atqui excessus hic BF assumptus ut Radius circuli habet ad suam periphæriam eandem Rationem, quam TB Radius minor ad suam periphæriam; igitur est eadem Ratio BF excessus Radij, ad excessum peripheriæ majoris, quæ est ejusdem BF ut Radij ad suam periphæriam: ergo per 9. lib. 5. hæc periphæria æqualis est illi excessui peripheriæ majoris. Cum itaque Ratio diametri ad periphæriam sit ut 7 ad 22, seu ut 113 ad 355, fiat ut Radius 7 ad periphæriam 44, seu ut 113 ad 710, ita BF altitudo ped. 6. ad ped. 37. unc. 8: qui numerus consentit cum superiore.

CAPUT XII.

An tellus moveatur motu trepidationis.

Q Uoniam centrum gravitatis est in quolibet corpore punctum illud, quod æquales gravitates circumstant, manifestum est non permanere idem gravitatis centrum, si aliqua corpori additio fiat, aut detractio; neque enim manet eadem momentorum gravitatis æqualitas circa illud punctum; sed aliud est punctum, per quod ducta plana dividunt totius corporis gravitatem in momenta æqualia, & est novum centrum gravitatis. Hinc patet in telluris globo, qui plurimas mutationes subit, corporibus gravibus ex alio in alium locum translatis, tolli æqualitatem partium saltem in actu primo gravitantium, cum hæc quidem, quæ oppositæ parti ante erat æqualis, subtractione nunc fiat minor, illa verò, quæ pariter sibi oppositæ parti proximè fuit æqualis, additione evadat major. Ex quo necessario colligitur mutatio centri gravitatis.

Sed quia, ut tellus suis librata ponderibus in loco sibi debito consisteret, debuit initio ejus centrum gravitatis congruere centro universi, circa quod gravia & levia disponuntur; idcirco dubitari potest, utrum mutato gravitatis centro terra moveri debeat, ut novum gravitatis centrum collocetur in centro universi. Quoniam verò huc illuc passim translatis corporibus, terra nunc in hanc, nunc in illam partem moveretur, ut proinde quasi trepidaret; hinc factus est quæstioni locus, an tellus moveatur motu trepidationis; quicquid sit an motus iste sub sensum cadat, nec ne.

Terram universam & singulas ejus partes suâ gravitate repugnare, ne sursum moveantur, certum est; at universi centrum occupare, toti quidem elemento gravissimo convenit, sed non partibus singulis: neque enim gravitas est appetitus subsistendi in centro, quem natura non satis aprè gravibus singulis indidisset; cui nimirum fieri satis non potest, nisi corpora se invicem penetrent; unum autem grave in centro existens

vior vicinior centro, conetur deorsum; certum est illum descendere non posse, quin totam reliquam terram impellat, ejusque resistantiam superet; resistit autem primò segmentum *I D E L*, cujus omnes partes magis à centro removerentur; nisi igitur mons *F H G* major sit segmento sphærico *I D E L* (vel saltem non multò minor, si quidem ob majorem à centro distantiam augerentur momenta gravitatis, ex dictis cap. 4.) non poterit subjectam terram loco dimovere. Præterea etiam hemisphærium *I A L* repugnat descensui montis *F H G*, quia fieri non potest hic motus, nisi hemisphærij partes transilient planum *I L*, atque magis à centro recedant. Quantâ igitur gravitate præditum esse montem oporteret, qui tantam resistantiam superare valeret? At nunquam fieri tantam partium permutationem, ut id quod transfertur, sit non minus semisse hemisphærij, ut saltem ratione habitâ distantie à centro possit prævalere, ita omnibus est manifestum, ut probatione non indigeat. Quare neque hanc gravium translationem motus ullus consequitur, quo tellus trepidare dicatur.

At, inquis, si in utrâque libræ lance sint uncie 100, & alterutri uncia una addatur, lanx illa deprimitur, & opposita elevatur; ergo exiguum pondus vim habet movendi ingens pondus; ergo pariter mons *F H G* producere potest impetum, qui ad movendum segmentum *I D E L*, quantumvis gravior, abundè sufficiat. Ego vero nego consequentiam; quia non ab uncia illâ additâ solâ elevatur oppositum pondus, sed omnes uncie simul in medio leviori suspensæ collatis viribus deorsum conantur, atque præponderantes oppositæ lancis pondus attollunt. Hoc autem nil in rem nostram facit, ubi neque mons *F H G* solitariè sumptus potest sursùm propellere molem *I D E L* majorem se, neque juvari potest ab hemisphærio *I A L*, quod cum nihil infrâ se habeat, quod & levius sit, & inter ipsum ac universi centrum intercipiatur, neque potest se ipsum versùs centrum urgere secundùm aliquas sui partes ab eo remotiores, cum maximè partes centro proximæ valde reluctentur, ne ab illò removeantur. Id quod in libræ lance, cui uncia fuerit addita, reperire non poteris; totum siquidem lancis pondus deorsum nititur.

Quod si ex librâ similitudinem ducere placeat, pétenda potius

CAPUT XII.

An tellus moveatur motu trepidationis.

QUoniam centrum gravitatis est in quolibet corpore punctum illud, quod æquales gravitates circumstant, manifestum est non permanere idem gravitatis centrum, si aliqua corpori additio fiat, aut detractio; neque enim manet eadem momentorum gravitatis æqualitas circa illud punctum; sed aliud est punctum, per quod ducta plana dividunt totius corporis gravitatem in momenta æqualia, & est novum centrum gravitatis. Hinc patet in telluris globo, qui plurimas mutationes subit, corporibus gravibus ex alio in alium locum translatis, tolli æqualitatem partium saltem in actu primo gravitantium, cum hæc quidem, quæ oppositæ parti ante erat æqualis, subtractione nunc fiat minor, illa verò, quæ pariter sibi oppositæ parti proximè fuit æqualis, additione evadat major. Ex quo necessariò colligitur mutatio centri gravitatis.

Sed quia, ut tellus suis librata ponderibus in loco sibi debito consisteret, debuit initio ejus centrum gravitatis congruere centro universi, circa quod gravia & levia disponuntur; idcirco dubitari potest, utrùm mutato gravitatis centro terra moveri debeat, ut novum gravitatis centrum collocetur in centro universi. Quoniam verò huc illuc passim translatis corporibus, terra nunc in hanc, nunc in illam partem moveretur, ut proinde quasi trepidaret; hinc factus est quæstioni locus, an tellus moveatur motu trepidationis; quicquid sit an motus iste sub sensum cadat, nec ne.

Terram universam & singulas ejus partes suâ gravitate repugnare, ne sursum moveantur, certum est; at universi centrum occupare, toti quidem elemento gravissimo convenit, sed non partibus singulis: neque enim gravitas est appetitus subsistendi in centro, quem natura non satis aptè gravibus singulis indidisset; cui nimirum fieri satis non potest, nisi corpora se invicem penetrent; unum autem grave in centro existens

vior vicinior centro, conetur deorsum; certum est illum descendere non posse, quin totam reliquam terram impellat, ejusque resistantiam superet; resistit autem primò segmentum *I D E L*, cujus omnes partes magis à centro removerentur; nisi igitur mons *F H G* major sit segmento sphærico *I D E L* (vel saltem non multò minor, si quidem ob majorem à centro distantiam augerentur momenta gravitatis, ex dictis cap. 4.) non poterit subjectam terram loco dimovere. Præterea etiam hemisphærium *I A L* repugnat descensui montis *F H G*, quia fieri non potest hic motus, nisi hemisphærij partes transilient planum *I L*, atque magis à centro recedant. Quantâ igitur gravitate præditum esse montem oporteret, qui tantam resistantiam superare valeret? At nunquam fieri tantam partium permutationem, ut id quod transfertur, sit non minus semisse hemisphærij, ut saltem ratione habitâ distantiae à centro possit prævalere, ita omnibus est manifestum, ut probatione non indigeat. Quare neque hanc gravium translationem motus ullus consequitur, quo tellus trepidare dicatur.

At, inquis, si in utrâque libræ lance sint uncia 100, & alterutri uncia una addatur, lanx illa deprimitur, & opposita elevatur; ergo exiguum pondus vim habet movendi ingens pondus; ergo pariter mons *F H G* producere potest impetum, qui ad movendum segmentum *I D E L*, quantumvis gravius, abundè sufficiat. Ego vero nego consequentiam; quia non ab uncia illâ additâ solâ elevatur oppositum pondus, sed omnes uncia simul in medio leviori suspensæ collatis viribus deorsum conantur, atque præponderantes oppositæ lancis pondus attollunt. Hoc autem nil in rem nostram facit, ubi neque mons *F H G* solitariè sumptus potest sursùm propellere molem *I D E L* majorem se, neque juvari potest ab hemisphærio *I A L*, quod cum nihil infrâ se habeat, quod & levius sit, & inter ipsum ac universi centrum intercipiatur, neque potest se ipsum versùs centrum urgere secundùm aliquas sui partes ab eo remotiores, cum maximè partes centro proximæ valde reluctentur, ne ab illo removeantur. Id quod in libræ lance, cui uncia fuerit addita, reperire non poteris; totum siquidem lancis pondus deorsum nititur.

Quod si ex librâ similitudinem ducere placeat, petenda potius

tius est ex librâ, cujus lanx altera subiecto plano incumbat; altera in aëre libera pendeat; si enim utraque lanx plena æqualibus ponderibus consistat in æquilibrio, & incumbenti lanci addatur ponderis pars, quæ à pendulâ lance detrahatur, lances non moventur, nec inter se mutuò conflagunt ponderum gravitates, nisi quatenus lanx gravior semper magis resistit leviori, ne ab illâ elevetur: cæterum gravior lanx non movet leviolem, nisi ubi demum tanto pondere prægravata fuerit, ut subiecti plani resistentiam vincens illud aut frangat, aut saltem deprimat. Sic hemisphærium I A L habet rationem lancis non tantum subiecto plano incumbentis, sed, quod potius est, suo in loco quiescentis; cui quò plus addideris ponderis, auge quidem resistentiam ne sursum versum H propellatur, ipsum verò non conatur deorsum versum C; sed totus conatus imposito & adiecto monti tribuendus esset, vel (ut sim maximè liberalis) etiam excessui illi, quo hemisphærium I A L superat segmentum sphæricum I D E L, qui excessus est æqualis ipsi monti, hoc est segmento D E B. Quare si fuerit abscissa tertia pars hemisphærij unius, & addatur alteri hemisphærio è regione secundum diametrum, tunc ad summum æqualis erit pars terræ deorsum nitens F M G H parti oppositæ repugnantæ I D E L; & si velis partem F M G H remotiorem à centro magis gravitare ita, ut ratio hujus excessus in gravitando possit vincere non solum resistentiam segmenti I D E L, ne sursum propellatur, sed etiam segmenti F I L G, ne secundum partes I L centro proximas ab eo removeatur; non admodum repugnabo. Sed cum nunquam millesima, ne dum sexta, pars terreni globi ex alio in alium locum ex diametro oppositum transferatur, nulla unquam sit gravium permutatio, vi cujus tellus trepidet.

Sed unum adhuc superest, quod per dissimulantiam prætereundum non videtur. Esto inquis, nulla fiat in tellure gravium translatio, quæ tanta sit, ut novum gravitatis centrum in universi centro constituere valeat, ac proinde nulla sit centri terræ trepidatio: circa centrum saltem nutabit tellus motu conversionis, validâ ventorum vi summos montes impellente, orbemque totum, pro variâ ipsorum incurfione, modò hanc, modò illam partem versante: unde fortasse ortam acû magneticæ eodem in loco post aliquot annos variationem suspicari

K

quis possit. Cum enim tellus æqualibus circâ centrum nutibus librata permaneat, multo facilius omnem in partem converti posse videtur, quàm rota ingens suo in axe suspensa: Rota scilicet suo pondere axem premens illum, dum convertitur, terit; hancque affrictus difficultatem vincat necesse est, quod una ex parte additur pondus, vel quæ applicatur Potentia, ut conversionem efficiat: tellus verò in orbem diffusa nec centrum premit, nec axem; cum quo ullus fiat affrictus; ac propterea faciliorem præbet conversionis ansam Potentiæ unam aliquam in partem urgenti. Hujusmodi autem Potentia ventus est, non ad perpendiculum in terram incidens, sed obliquè in præaltos saltem montes incurrens; cujus viribus nihil ob stare videtur, quin telluris globum sibi obsecundantem inclinet; quemadmodum, & ingentes naves, vela implens, impellit.

Huic difficultati ut me subducam, non me in abditos magnetismi recessus recipio, asserendo tellurem ita arcanis nodis cælo connexam, ut à summo axium polorumque cælestium atque terrestrium consensu divelli ac distrahi prorsus nequeat: neque enim hisce magnetismi latebris me satis protectum existimarem; demptâ quippe solis Australibus atque Borealibus ventis hâc facultate tellurem convertendi, ne scilicet terrestres poli à cælestibus discrepent, quid prohibeat reliquos ad Orientum, aut Occiduum limitem pertinentes; quin suo flatu orbem hunc volvant, adhuc superesset explicandum. Hoc quidem satis esse videretur ad submovendam suspensionem illam de acûs magneticæ variatione ob telluris conversionem; manente nimirum axe terrestri ita, ut cum cælesti conveniat, aut illi saltem parallelus existat, nihil est quod, etiam tellure circa axem conversâ, magneticam declinationem commutare queat: nam quod ad syderum aspectus spectat, parum interest, tellusne, an cælum volvatur; si igitur diurna cæli conversio magnetis declinationem non mutat, neque ad illam mutandam sufficeret telluris circa suum axem conversio, vi cuius alia atque alia sydera respiceret: Præterquam quod non id temporum lapsu accideret; sed ubi ventorum impetus elanguisset, illicò variatio illa declinationis magneticæ deprehenderetur: id quod ab omni experimento longè abest. Verùm adeò à nostris sensibus sejunctæ sunt magneticorum symptomatum causæ, ut ad aliarum

aliarum difficultatum solutionem non facile advocandus sit in Philosophicam scenam magnetismus.

Illud potius hic attendendum videtur, quod montis altitudo, atque magnitudo ad totius telluris molem Rationem habet satis exiguam. Cum enim terræ ambitus probabiliter statuatur, ut aliàs ostendi, milliarius Rom. antiq. 30598, ejusque propterea diameter sit proximè mill. 9738 $\frac{4}{11}$, tota superficies sphærica (ut pote quadrupla maximi circuli ex demonstratis ab Archimede) est mill. quadratorum 297. 987800 proximè. Mons statuatur altitudinis perpendicularis milliarius quinque; hæc est ad terrestrem diametrum ut 1 ad 1947: basis montis occupet milliaria quadrata 500; hæc est ad sphæricam totius globi superficiem, ut 1 ad 595975. Finge jam pro monte granum hordei, quod promineat secundum suam latitudinem ex sphærâ habente diametrum granorum 1947; hoc est passuum geometricorum sex, seu pedum Rom. antiq. 30. circuli maximi ambitus erit pedum 94 $\frac{1}{4}$: quare hujus sphæræ superficies habet pedes quadratos 2827, hoc est quadratas latitudines grani hordei paulò plures quàm 11. 579000. Igitur grani hordei jacentis altitudo ad hujus sphæræ diametrum eandem ex hypothese habet rationem, quam prædicti montis altitudo ad telluris diametrum: & si decem grana sibi invicem attigua disponantur, ut montis basim æmulentur, eadem erit ratio ad superficiem. Quamvis itaque sphæra illa intelligatur planè inanis ac levissima solam habens superficiem papyraceam, ex qua granum ordei agglutinatum promineat, an putas à flatu quantumvis valido per fistulam emissò in granum illud hordei incurrente convertendum esse globum papyraceum? Id sanè ex cæteris experimentis conjicere non licet; perinde enim est atque si nihil prominere; neque vel minimum obest Physicæ rotunditati. Quare neque montis altitudo constituta quicquam detrahet orbicularis figuræ, quod sub Physicam considerationem cadat; ac propterea nihil virium ad tellurem convertendam obtinet ventus in montem incurrens.

Et quidem conversionem hanc re ipsâ non fieri manifestum est; si quidem cum nulla vincenda esset gravitas, quæ longius à centro gravium recederet, vel quæ axem tereret, facillima videretur esse globi totius conversio circa centrum, non solum

validioribus atque incitatoribus, sed temperatis etiam atque mediocribus ventis flantibus. Hi autem aliquando diuturni sunt; cuiusmodi potissimum sunt Etesiae, quibus maritimi cursus celeres, & certi diriguntur. Tot igitur dierum spatio, vento oppositos montes vehementius urgente, non modica fieret terreni globi inclinatio; ac propterea non eadem demum permaneret eodem in loco Poli supra Horizontem altitudo, quoties ab alterutro cardine Australi Boreali-ve, aut à solstitiali Brumali-ve limite tam ortivo quam occiduo ventus spiraret, atque multarum ædium facies non eandem amplius respicerent cæli plagam; quare & sciethetica Horologia quantumvis accuratè semel descripta post non adeò multas temporum inclinationes toto ferè cælo discreparent; aliis enim, atque aliis subinde flantibus ventis, varia oriretur orbis conversio, atque alia planorum cum circulis horariis sectio, quæ descriptis lineis non congrueret. Hujus autem mutationis nullum in toto terrarum orbe vestigium apparet, nisi fortè fabulas liceat comminisci.

Quòd si conversionem hanc non omninò circa centrum quamcumque in partem fieri, sed tantummodo circa axem, dixeris, ut argumenti vim effugas; Quid illud est, quod ita terrestrem axem cum cælesti colligatum velit, ut tamen terrestres meridianos à primâ mundi molitione constitutos temporis lapsu cum cælestibus meridianis non convenire permittat? Sed & aliud profectò, nec illud quidem leve, incommodum subeas: necesse est; dum enim conversionem adstruis ab ortu in occasum, & vicissim ab occasu in ortum, fieri poterit, ut post aliquot annos non planè spernenda conversio facta fuerit; ac proinde temporum numeratio cælo non respondeat. Nam si ab ortu in occasum ex. gr. processerit tellus, minus temporis numerabitur quàm pro ratione cælestium motuum; ut contigisse fertur navi cui à Victoriâ nomen inditum est, in expeditione Magellanicâ; cum scilicet post totius orbis ambitum redux in Hispalensem portum, ex quo ante tres annos solverat, intraret, tunc primùm observarunt se à rectâ temporis numeratione defecisse die uno; quippe qui cum juxta diurnam cæli conversionem ab ortu in occasum iter instituissent, justo tardius semper sol illis occiderat, exiguo quidem singulis diebus,

būs, quibus procedebant, discrimine, sed quod demum modicis illis accessionibus in integrum diem excreverat. Contra verò accideret, si ab occasu in ortum semper navigaretur; justo enim breviores essent dies, ac propterea eorum numerus accresceret. Hæc autem in temporum numeratione inconstantia, si ventorum impetu tellus modò in ortum, modò in occasum converteretur, quantam perturbationem inveheret in Astronomiam? Neque tibi quicquam suffragari existimes, si ex varia ventorum oppositas in plagas sive simul, sive subinde, spirantium commutatione conversiones illas compensari dixeris: id enim ad incertum revocat omnes Astronomorum calculos, ubi meridianorum circularum sectiones stabiles non permanent; cum ad orbem totum inclinandum, ut tu quidem autumas, satis sit, si unâ aliquâ in regione ventus montes impellat; quò verò certus sis factam ab Argeste telluris conversionem in ortum, æquatam demum fuisse à Vulturno, aut ab Euro-Austro?

Verùm quàm infirmæ sint validissimorum ventorum vires ad globum hunc terraqueum inclinandum, expendamus, etiamsi montium perpendicularia non quinque tantum milliaribus definita velis, sed multò altiora. Statue in ingenti lacu compositam ex trabibus aliquot ratem, quam in littore stans facile funiculo modereris: Tum ratem aliam paris quidem latitudinis, sed centuplò longiorem, compone: Poteris-ne hanc funiculo eodem, ac labore non majori, trahere perinde atque priorem? Negabis utique, quamvis enim utraque lacui stagnanti innatet, nec vincenda sit alterutrius gravitas, ut à centro gravium magis recedat; licet utraque parem in motu ab aquâ dividendâ resistantiam inveniat (eiusdem quippe sunt latitudinis solâ discrepantes longitudine, & æqualis est utriusque immersio propter eandem singularum trabium molem, atque specificam gravitatem) quia tamen dispar est ratum magnitudo, & impetu extrinsecus accepto utraque egêt, ut moveatur, palàm est majore impetu opus esse, ut ratis major trahatur, ac propterea posse hanc adeò augeri, ut impetus ad illam movendam necessarius excedat vires Potentiæ ratem minorem funiculo moderantis. Ita planè est. Sed jam animum transfer ad institutam disputationem, ut dispicias, undè irrepserit dubitatio hæc de telluris

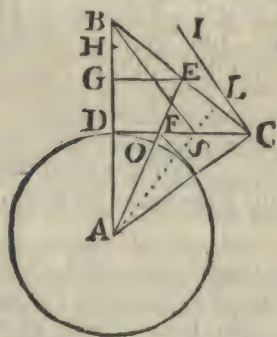
conversione ex ventorum impulsu, & quàm facillè fucum fecerit rota suo in axe suspensa, quæ levi negotio, nec valido impulsu, volvitur. Rota siquidem tota deorsum gravitat, ac propterea axem premit; quia autem in axe suspenditur, fieri non potest, ut pars altera descendat, quin opposita ascendat. Quandiu conatus ad descendendum æqualis est resistentiæ ad ascendendum, rota quiescit; nec volvitur, nisi alterutri parti fiat accessio Potentiæ, quæ pariter descensum juvet, vel quia ipsa quoquè deorsum conatur cum parte descendente, vel quia sursum nitens partem alteram elevat, oppositamque deprimet suapte naturâ descendentem. Non tamen hujusmodi rotæ suspensionis conversio tribuenda est soli Potentiæ; sed pars rotæ descendens atque Potentia collatis viribus elevat partem rotæ ascendentem, eique impetum imprimunt. At in telluris circa suum centrum, vel axem, conversione nihil adesset, quod Potentiam juvaret; quia nulla est pars, quæ deorsum conetur, aut sursum, ut possit oppositæ parti impetum aliquem imprimere; nulla etenim pars in hujusmodi conversione ad centrum gravium accederet, aut ab illo recederet. Totus igitur impetus à vento imprimendus esset toti telluris globo, ut à suâ, quæ secundum naturam est, quiete dimoveretur. Atqui globi terraquei ea est moles, ut contineat milliaria cubica proximè 48670. 200000 (omnis nimirum sphaera æqualis est cono, cujus altitudo par est Radio sphaeræ, basis autem æqualis superficiæ sphaeræ, ex dictis verò paulò superius, & superficies & Radius globi hujus innotescit) nullus igitur adeò vehemens est ventus, qui tantæ moli impetum imprimere valeat; nullus siquidem excogitari potest ventus, qui globum marmoreum, aut etiam ex argillâ, in planitie æquissimâ constitutum, si mille passus Geometricos in diametro numeret, convolvere valeat. Adde in telluris conversione, si illa fieret, quò vehementior esset ventus in montem incurrens, validior esset resistentia aëris à reliquis montibus dividendi; sed & multorum ingentium fluminum contrariam in partem labentium impetus obsisteret, ne tellus vento flanti obsccundaret. Quod si hæc levis esse momenti dixeris ad obsistendum, levis pariter momenti esse ventorum impetum, necesse est, fatearis: neque hîc arduum esset ventorum atque fluminum vires invicem conferre, aquarumque

que impetum multò validiorem ostendere ; sed ad alia prope-
randum est : satis fuerit monuisse non mediocrem intercedere
analogiam inter aquarum guttas in rivulos primùm , deinde in
majores rivos , ac demum in torrentem concurrentes , atque
terræ expirationes in ventum congregatas , quæ multum vi-
rium obtinent , si plurimæ in unum coëant , quemadmodum
& aquis contingit.

CAPUT XIII.

*Quâ ratione minuaturs gravitatio in plano
inclinato.*

Planum inclinatum dicitur planum quodcumque non transit per centrum gravium & levium, hoc est per centrum universi; hujusmodi siquidem planum non cadit ad angulos æquales in sphaericam terræ superficiem. Hinc etiam planum horizonti parallelum reipsâ est inclinatum, nisi adeò exiguum sit ac breve, ut puncti vicem obtineat, si cum terreni globi sit.



perficiē conferatur. Sit universi
centrum A, plana BA, & CA sunt
verticalia & perpendicularia, qui-
bus si corpus aliquod grave appli-
cueris, illud non impiedietur, quin
per suam directionis lineam descen-
dat. At verò tam planum BC, quam
planum CD inclinata sunt, nec cor-
pus grave illis impositum potest
rectâ secundum directionis lineam
descendere, sed ab illâ declinare co-

gitur plano obliſſente. Sunt autem anguli inclinationis ABC . ACD . Quod ſi planum parallelum horizonti ita exiguum ſit, ut à ſphæricâ ſuperficie, quam tangit, non recedat; tunc in quacumque ejus parte conſtituatur corpus grave, perinde eſt, atque ſi in puncto D collocatum concipiatur. Sin autem ita à puncto

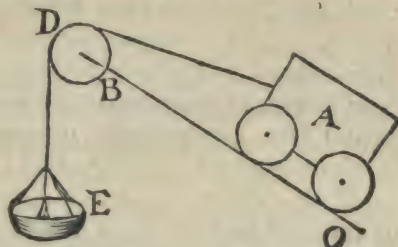
puncto D distiterit, ut à sphericâ superficie recedat, quemadmodum si esset planum DF, illud est inclinatum, & fit angulus DFA inclinationis. Ubi observandum est non eandem esse singularum plani partium inclinationem; angulus enim inclinationis AEC major est inclinatione ABC, per 16. lib. 1. & similiter AFD maior est angulo ACD. Quare statim atque ea est puncti E à puncto B distantia, ut angulus à perpendicularis in centro A factus contemni non possit, alia est etiam physicè inclinatio, & corporis ejusdem gravitatio mutatur.

Quoniam verò corpus grave plano inclinato impositum ita aëre circumfunditur, ut petat infrà illum descendere, & resistat, ne sursum moveatur; ideò gravitare dicitur.

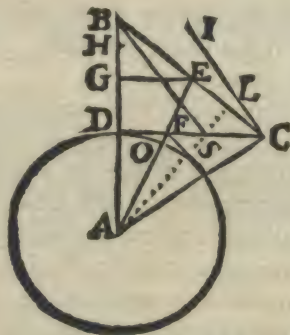
Sed cavendum est, ne ex vocabulorum similitudine error subrepat: quandoquidem aliud est *gravitare in plano inclinato*, aliud *gravitare in planum inclinatum*: nam intrà aërem corpus grave, putà, lapis, gravitat in quocunque plano etiam perpendiculari, non tamen gravitat in planum perpendiculare, nullasque vires suæ gravitatis contra illud exercet, quamvis in eo existens, & resistat sursum trahenti, & conetur, ut vincat vires retinentis, ac quicquid moram infert, & impedimentum motui. In plano itaque inclinato existens corpus grave (subjectum planum supponitur optimè lævigatum, nec motui officiens partium prominularum asperitate) gravitat quidem, sed minus quàm in plano perpendiculari, & pro variâ planorum inclinatione, varia pariter est gravitatio, ut quotidiana nos docet experientia. Quâ igitur ratione gravitatio minuat, hîc est examinandum; capite sequenti gravitatio in Planum inclinatum explicabitur.

Cognoscitur autem gravitatio ex resistentiâ, quâ corpus repugnat contra vires illud retinentis, ne deorsum feratur, aut sursum trahentis; neque enim alio nisu gravia gravitant, quàm quo resistunt impediendi motum gravitati convenientem. Et quidem experimento aliquo potest gravitationis varietas investigari; si nimirum planum BO ex ligno, aut marmore accuratè lævigetur, & extremitati B adnectatur orbiculus D facillimè circa axem versatilis, ponderi

deri autem A subjiciantur
rotulæ, & adnectatur funi-
culus per D transiens, ex
cujus extremo pendeat lanx
E, cui pondera immitti pos-
sint: pro variâ enim plani
BO inclinatione etiam pon-
dera in lance mutare opor-
tebit, ut pondus A susti-
neatur, & plura erunt, quò
magis ad perpendiculare accedet
planum BO. Verùm quia nunquam
carere poteris suspitione,
an corporum affrictus aliquid
afferat impedimenti; ideò secl-
us omnibus, quæ extrinsecus
accidere possunt, resistantiam
ex solâ gravitate ortam opus
est considerare.



Resistentia verò omnis respondet violentiæ, quam patitur id quod resistit; minori etenim conatu minorem vim illatam propulsare studet natura, quæ validius obsistit majori violentiæ: id quod ita rationi est consonum, & obviis experimentis manifestum, ut in hoc demonstrando supervacaneum sit immorari. Constituantur itaque duo æqualis ponderis corpora in D & in C; singulis alligetur funiculus, qui per B transeat, & sursum trahantur simul ita, ut æqualiter moveantur. Absolutâ motûs particulâ, corpus alterum ex D ascendit in H in plano perpendiculari; alterum in plano inclinato ex C venit in E, & CE linea æqualis est linæ motûs DH. Non eandem tamen utrumque grave subiit violentiam; nam motus DH fuit simpliciter, & absolutè violentus; at motus CE eatenus solum gravitati adversatur, quatenus ascendit; ascensum autem metitur linea DG, quam abscindit EG horizonti parallela. Hic scilicet planum DC intellige horizontale nihil à sphæricâ superficie discrepans, ut communiter contingit: quod si non ita se haberet; sed esset amplissimum planum, mensura violentiæ illatæ ponderi in C

A geometric diagram illustrating a physics experiment. It features two circles representing spheres or wheels. The left circle has a point A at its bottom-left. A vertical line segment passes through the center O of this circle, with points D, G, and H marked above O. A second circle is positioned to the right, tangent to the first at point C. A line segment connects point C to point B, which is located above the first circle. From point B, a line segment extends upwards through point G to point H. Another line segment connects point C to point E, passing through point F. Point E lies on the upper part of the first circle. A dashed line connects point A to point E. Several other points are labeled: I and L are near point E; S is near point F. The diagram illustrates the relationship between motion along different planes (vertical vs. inclined) and the concept of gravity's effect on objects.

constituto, in E elevato desumenda esset ex differentiâ inter KC & OE. Est itaque gravitatio in plano perpendiculari ad gravitationem in plano inclinato, ut resistantia ad ascendendum in uno ad resistantiam ad ascendendum in alio; resistantiæ autem sunt, ut violentia, quam corpora subeunt in motu; violentia demum est ut HD ad GD, hoc est per 7. lib. 5. ut CE ad DG. Sed ut CE ad DG, ita EB ad GB, per 2. lib. 6. & ut BE, ad BG ita BC ad BD, per 4. lib. 6. igitur gravitatio in perpendiculari ad gravitationem in inclinato est ut BC ad BD, hoc est ut Secans anguli inclinationis ad Radium.

Quæ autem de totis DH, & CE lineis dicta sunt, de singulis earum particulis æqualibus dicta intelligantur; ductis quippe parallelis horizonti, eadem est omnium Ratio: hinc namque supponimus planum BC non adeo magnum esse, ut singula ejus puncta cum diversis horizontibus comparanda sint, omnes siquidem perpendiculares lineæ directionis non quasi convergentes, sed physicè parallelæ accipiuntur. Quod si tam longum esset planum, ut physicè mutatus intelligeretur angulus inclinationis, non eadem esset Ratio gravitationis in toto, ac in partibus: sed mutato angulo inclinationis mutaretur utique ejus Secans; ac proinde inæqualium Secantium Ratio ad eundem Radium inæqualis, gravitationum pariter inæqualem rationem ostenderet.

Quod si ascendentium per vim extrinsecus illatam corporum resistantiam atque gravitationem metimur ex violentiâ, quam pro planorum varietate subeunt; eorum pariter in descendendo efficacitatem ex ipso descensu argui æquum esset, datâ motûs in diversis planis æqualitate. Sed quia descensus naturæ propensionis congruit, fieri non potest, ut in alio atque alio plano æquales sint motus isochroni; tardior enim est, qui in plano inclinato perficitur, neque, si æqualis ponderis corpora descendant ex H & E, quando illud ad D pervenit, hoc potest attingere punctum C: ideo non ex descensu gravitationem metiri oportet, cum motus æquales non habeantur: nisi fortè easdem movendi vires tribuas gravitati non impeditæ in perpendiculari, ac impeditæ in plano inclinato. Qua propter gravitationis momenta ad descendendum non aliunde meliùs æstimentur, quàm ex repugnantia ad ascendendum: sic enim vulgari argu-
mento

mento singulorum corporum gravitates librâ expendimus, tantumque iis ad descendendum virium tribuimus, quantum resistunt, ne ab oppositâ libræ lance deorsum conante eleventur. Eadem igitur est gravitationis Ratio, seu propensionis ad descendendum, quæ est resistentiæ ad ascendendum: Cum verò resistentiam in plano inclinato ad resistentiam in perpendiculari ostensum sit esse, ut Radius ad Secantem anguli inclinationis, hoc est ut BD ad BC , erit pariter vis descendendi in plano BC ad vim descendendi in plano BD , reciprocè ut BD ad BC .

Eadem ratione in plano CD superficiem globi tangente, gravitatio in CD ad gravitationem in perpendiculari CA est ut CD ad CA ; est enim CA Secans anguli inclinationis DCA . Si enim ducatur KF Tangens, triangula CKF , CDA sunt similia, angulus enim ad C communis est, & ambo rectangula ad D & K ; quare ut CK ad CF , ita CD ad CA ; sed gravitatio in CF ad gravitationem in CK est reciprocè ut CK ad CF : igitur gravitatio in plano inclinato CD globum tangente, ad gravitationem in perpendiculari CA , est ut CD ad CA .

Hinc est quod in planis horizontalibus, quæ ut plurimum habemus, corpora non descendant, aut moveantur: quia nimirum à puncto, in quo grave statuitur, ex. gr. F , ductæ lineæ FA perpendicularis & FD Tangens faciunt angulum DFA inclinationis adeò magnum, ut Radius ad ejus secantem penè infinitam non habeat sensu perceptibilem Rationem, vel saltem non tantam, ut gravitatio, quæ ratione inclinationis plani congruit corpori, non elidatur à resistentiâ, quæ oritur ex corporum asperitate. Quare sublatâ, aut potiùs impeditâ, gravitatione corpus quiescit in plano horizontali.

Et hæc est ratio, cur violentiam determinans, quam grave ascendens patitur, assumpserim in perpendiculari BA partem GD , quam abscindit parallela horizonti; hæc enim mensura physicè non discrepat à verâ mensurâ, quæ assumenda esset, si mente concipias rectam lineam DC tangere circum, cujus semidiameter sit millicuplo major. Mensura si quidem ascensûs petenda est ex excessu, quo perpendicularis EA superat perpendicularem AC ; illo enim intervallo, quo magis recessit à centro, ascendit.

Ex quo fit quod, si planum inclinatum BC cum perpendiculari CA faceret angulum acutum ACB , corpus ex C usque in L (in quod punctum cadit perpendicularis AL) descenderet, quia semper magis ad centrum accederet: ex L autem in E ascenderet, & ascensum metiretur excessus perpendiculari $E A$ supra perpendicularum $L A$. Quare ut ex C ascenderet, deberet esse planum inclinatum IC , quod cum CA faceret angulum ICA saltem rectum. Ubi ex occasione licet observare posse dari duos montes, qui cum valle intermediâ planitiem unam constituent; si nimirum montium vertices essent E , & C , ex quibus in imam vallem L descenderetur: & aqua per montium venas descendens in L posset fontem aut lacum creare.

Re autem ipsâ semper contingit angulum BCA esse obtusum vel non minorem recto. Ponatur enim terræ semidiameter DA 1000, & planum DC : (esset autem planum DC longius milliar. 4) erit angulus DAC , gr. o. 3'. 26"; atque adeò DCA gr. 89. 56'. 34". Jam verò sit CD ad DB ut 100 ad 87; erit angulus BCD gr. 41. 1'. 23": quare totus BCA gr. 130. 57. 57". Nunc si libeat comparare perpendicularum EA cum perpendicularo GA , statue GD semissem totius BD ; est igitur & GE semissis ipsius DC : Quare GE est partium 50, quarum GA est 100043 $\frac{1}{2}$: addantur quadrata GE 2500 & GA 10008701892 $\frac{1}{4}$, & summæ radix quadrata 100043 $\frac{102143}{200086}$ major verâ est EA , quæ non excedit perpendicularem GA 100043 $\frac{1}{2}$ nisi particulis $\frac{3500}{400171}$. Quoniam autem DAC angulus inventus est grad. o. 3'. 26"; ejusque Secans AC est partium 100000 $\frac{5017}{100000}$, quarum AD posita est 100000; discrimen inter AC , & AE superius inventam, est partium 43 $\frac{46217}{100000}$, quæ est proximè eadem mensura, ac DG posita partium 43 $\frac{1}{2}$. Quod si in plani inclinati longitudine tantâ Rationem habente ad terræ semidiametrum, quantâ constituta est, potest citrà errorem assumi tanquam mensura ascensûs pars perpendiculari BA intercepta ab horizontali DC , & parallelâ EG , satis patet id multò magis licere in planorum longitudinibus minorem Rationem habentibus ad eandem terræ semidiametrum. Manet itaque constituta regula gravitationis, videlicet gravitationem in plano inclinato ad gravitationem in perpendiculari esse, ut est Radius ad secantem anguli inclinationis.

Quamvis

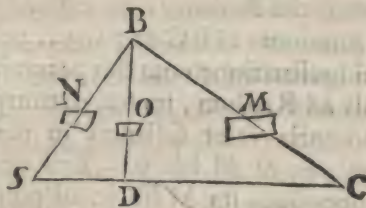
Quamvis verò in partibus inferioribus plani inclinati sit semper major angulus inclinationis, quàm in superioribus, & proinde minor sit Ratio, quam habet Radius ad secantem anguli majoris, ac ea, quam idem Radius habet ad secantem anguli minoris: non tamen ea est gravitationis differentia, cujus ratio habenda sit; cum enim adeò exiguus sit angulus BAC , ejus quantitas distribuitur per omnes inclinationis angulos, qui sunt in punctis intermediis inter B & C ; atque adeò contemnendum est in praxi discrimen illud, quod oritur ex alio atque alio inclinationis angulo in eodem plano. Quod si insignis esset Rationum varietas, notabilis quoque esset gravitationis diversitas idem enim contingeret, ac si non idem esset planum. Sed hoc communiter non accidit.

Ex his illud manifestâ consecutione conficitur, quod si duo plana inclinata inter se comparentur, ejusdem corporis gravitationes in illis sunt reciproce ut Secantes angulorum inclinationis: hoc est, si fuerint duo plana inclinata BS , BC , gravitatio in BS ad gravitationem in BC est ut BC ad BS . Quia enim gravitatio in BC ad gravitationem in BD est ut BD ad BC ; & gravitatio in BD ad gravitationem in BS est ut BS ad BD , igitur ex æqualitate, per 23. lib. 5. gravitatio in BC ad gravitationem in BS est ut BS ad BC .

Hinc præterea fit, ut, si gravia in planis constituta habeant Rationem eandem, quam secantes angulorum inclinationis habent inter se vel ad Radium, eorum gravitationes sint æquales.

Sit ad horizontalem, SC perpendicularis BD , & inclinata BS , BC , per quas lineas ducta intelligantur plana, & in planis gravia diversa, & ut BD ad BC ita pondus O ad pondus M , & ut BD ad BS ita pondus O ad pondus N .

Dico ponderum M , O , N , gravitationes in suis planis esse æquales. Quoniam enim duorum gravium gravitationes in eadem perpendiculari BD sunt ut ipsorum pondera, gravitatio M in perpendiculari BD , ad gravitationem O in eadem perpendiculari, est ut M ad O , hoc est ut BC ad BD ; sed gravitatio M in per-



pendiculari BD , ad gravitationem ejusdem M in inclinată BC , est pariter ut BC ad BD ; igitur per 11. lib. 5. gravitatio M in perpendiculari ad gravitationem O in perpendiculari est, ut gravitatio M in perpendiculari BD ad gravitationem M in inclinată BC ; igitur per 14. lib. 5. gravitatio O in perpendiculari BD æqualis est gravitationi M in inclinată BC . Eâdem methodo ostenditur æqualem esse gravitationem N in inclinată BS , gravitationi O in perpendiculari BD . Quare gravitationes M & N æquales inter se sunt, cum æquales sint gravitationi O .

Constat itaque iisdem viribus retineri posse, aut sursum trahi, majus pondus in plano inclinato, quàm in perpendiculari, eadem enim est illorum gravitatio, ut ostendi; vires autem retinentis aut trahentis debent gravitationi corporis proportionem respondere. Quare datis viribus, quæ possint datum pondus O sustinere in perpendiculari BD , cognosci potest gravitas ponderis quod eadem vires sustinere valebunt in dato plano BC inclinato: si nimirum fiat ut Radius ad secantem anguli datæ inclinationis, ita datum pondus O ad pondus M quæsitum. Datur O lib. 15. & angulus DBC gr. 36. Fiat ut radius 10000000 ad secantem 12360680, ita lib. 15. ad lib. $18\frac{1}{2}$; quod est pondus M æquè gravitans in plano BC cum pondere O in perpendiculari. Contra verò dato pondere M sustinendo iisdem viribus, quibus sustinetur O in perpendiculari, invenietur inclinatio plani: si fiat ut pondus O lib. 15. ad pondus M datum lib. 50, ita Radius 10000000 ad 333.33333. secantem anguli inclinationis DBC gr. 72. 32'. 32". Demum dato pondere & plani inclinatione nota fiet potentia, si ut Secans datæ inclinationis ad Radium, ita fiat datum pondus ad aliud pondus, quod potentia valet sustinere in perpendiculari. Sit enim DBC gr. 36, & M lib. 50. Erit ut Secans 12360680 ad Radium 10000000, ita M lib. 50 ad pondus O ferè lib. $40\frac{1}{2}$, quod possit à potentia in aëre libero sustineri. Quare potentia sustinens pondus in plano inclinato est ad pondus, ut Radius ad Secantem anguli inclinationis; & potentia potens movere cum sit major potentia sustinente, etiam majorem habet Rationem quàm habeat Radius ad Secantem. Id quod intelligitur ex vi præcisè gravitationis; quicquid inferat discriminis partium confictus.

CAPUT

CAPUT XIV.

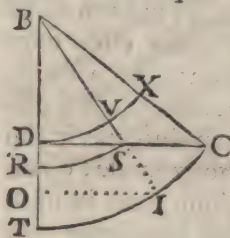
Quâ ratione corpus gravitet in planum inclinatum.

CONSTITUTA Ratione gravitationis in plano inclinato, determinatis scilicet momentis, quæ ad descendendum obtinet corpus grave existens in plano inclinato, superest explicanda gravitatio, quam idem corpus exercet in planum inclinatum illud urgendo, atque deorsum premendo. Certum est autem planum verticale seu perpendiculare nullo pacto urgeri à corpore gravi, quod liberè descendere potest per suam directionis lineam, quæ cum non occurrat plano verticali, nullum ab eo recipit impedimentum. Quare corporis gravitas vires totas exercet, aut descendendo, aut repugnando contra retinentem, qui non plus adhibere debet conatûs in retinendo, etiam si planum verticale amoveatur: atque adeò nihil omninò gravitat in planum verticale. Contra verò in planum horizontale, quam maximè gravitant corpora; eò quod directionis lineâ in illud incurrente ad angulos rectos, motus omnis impeditur; & cunctas gravitatis vires deorsum contententes ita subjectum planum excipit, ut nihil reliquum sit virium, quas vel minimo motu exerceat. Hinc si corporis in plano horizontali jacentis ansam teneas, nihil tibi prorsus est laborandum, nec quicquam percipis ponderis; at submoto plano lacertis omnibus est contendendum, ut illud retineas; tota enim gravitatio cum retinente luctatur, quæ planum sustinens urgebat. In hoc itaque planum verticale cum horizontali comparatur, quod cum verticale nihil impediat motum, corpus in plano verticali omninò gravitat, sed in illud non gravitat: cum autem horizontale prorsus impediat motum, corpus in plano horizontali nihil gravitat, sed in illud totam suam gravitationem exercet. Eadem igitur vires, quæ ad descendendum in plano verticali impenderentur, in urgendo plano horizontali infumuntur.

Quæ cum ita sint, satis constat corpora gravia ita in plano inclinato gravitare, & obtinere momenta ad descendendum,

dum, ut etiam in illud, à quo impediuntur, gravitent, illudque urgeant.

Id verò fieri non potest nisi pro ratione impimenti & moræ, quam subjectum planum motui infert sustinendo corpora gravia; quæ proinde sibi relicta à directionis lineâ declinant, motumque deflectunt. Porro in plano inclinato quantum subest impimenti, statim apparet, ac innotescit, quantum reliquum sit virium ad descendendum; vires enim, quæ reliquæ sunt, si adjiciantur viribus impeditis, totam virium omnium summam conflare debent. Atqui ex superiori capite notæ sunt vires, quibus corpus gravitat in plano inclinato; igitur quæ est differentia gravitationis in plano inclinato, à gravitatione in plano verticali, quod & perpendiculare, ea est mensura impimenti, quod à subjecto plano infertur motui; atque adeò gravitationis corporis in planum.

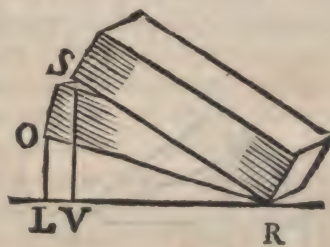


Cum itaque ostensum fuerit gravitationem in plano BS ad gravitationem in plano BD esse reciprocè ut BD ad BS, hoc est, ut Radius ad secantem anguli inclinationis cum verticali, hoc est ut BV ad BS, patet vires non impeditas ad vires impeditas esse ut BV ad VS, quandoquidem totas gravitationis vires refert BS. In planum igitur inclinatum BS gravitatio est ut VS, quæ in planum horizontale esset secundum totas vires ut BS. Quare gravitatio in planum horizontale ad gravitationem in planum inclinatum est ut Secans BS ad excessum Secantis supra Radium, VS; seu, quod in idem recidit, si gravitatio in plano inclinato ad gravitationem in verticali ponatur ut Sinus complementi anguli inclinationis ad Radium, ita BR Radius ad DR Sinum versum anguli inclinationis. Id autem, quod de plano BS dictum est, de plano quoque BC, & cæteris quibuscunque dictum intelligatur; cum enim gravitatio in plano inclinato BC ad gravitationem in planum horizontale sit ut BD, hoc est BX, ad BC, erit gravitatio in planum horizontale ad gravitationem in inclinatum ut BC ad XC, hoc est ut BT ad DT. Quare gravitatio in planum BS ad gravitationem in planum BC, est ut DR Sinus versus inclinationis DBS, ad DT Sinum versus inclinationis DBC; assumptis scilicet

scilicet numeris tabulatis ad eundem Radium relatis; nam si lineæ spectentur, non est Ratio ut DR ad DT, sed ut OT ad DT; neque enim idem est Radius BS & BC; ac proinde OT major est, quàm DR, sicuti Radius BI major est Radio BS; vel assumpto eodem Radio BD, Ratio est ut VS ad XC, excessus secantium supra Radium.

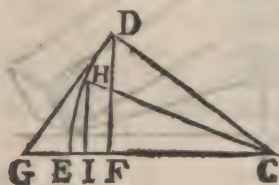
Id verò ex dictis sub finem capitis superioris videtur manifestum: nam si in plano BC retinetur pondus lib. 50. iisdem viribus, quibus in perpendiculari suspenderentur lib. 40 $\frac{1}{2}$, patet à plano sustineri lib. 9 $\frac{1}{2}$; ac proinde grave, quod habet gravitatem totam ut 100, in plano BC gravitabit ut 81, & urgebit ut 19 subjectum planum.

Ex his fieri potest satis quærenti, cur sustinens columnam OR plus gravitatis percipiat, quàm qui sustinet columnam SR: quia nimirum, qui sustinet, est pars plani inclinati, in quo jacens concipitur columna: quando igitur est pars plani habentis inclinationem LOR, gravitas, quæ sustinetur à subjecto plano, se habet ad totam gravitatem ut Sinus Versus anguli LOR ad Radium; Quando autem est pars plani habentis inclinationem VSR, gravitatio in subjectum planum sustinens est ad totam gravitationem ut Sinus Versus anguli VSR ad eundem Radium. Atqui Sinus Versus anguli VSR minoris minor est Sinu Verso anguli LOR majoris; igitur minor est gravitatio SR, quàm OR. Verum quidem est illud, quod si in R aliquo obice prohibeatur, ne descendat; variatâ inclinatione, quo fit minor sustinentis labor, eò augetur magis conatus potentix in R detinentis columnam, ne juxta plani inclinationem descendat. Hinc si duo sint columnam inclinatam deferentes, qui illam in R sustinet, plus subit laboris, quàm qui in O, aut S: quia præter gravitationem, quam percipit tanquam pars plani inclinati SR aut OR, debet præterea retinere columnam proclivem ad descensum propter plani inclinationem; ideò cum scalas, aut montis cli-vum conscendunt, qui in superiore loco est, minimum subit



laboris. Huc etiam revocari posse videtur ratio, ob quam in elevando pontes illos versatiles, qui arcium portis opponuntur, initio major percipitur difficultas, sed demum facillimè elevantur. Verùm id ex dicendis inferiùs clariùs constabit; neque enim omnium gravium, quocunque se tandem modo habeant, eadem est ratio; cum animum diligenter advertere oporteat, ut innotescat planum inclinatum, in quo suam gravitationem exercent, & habent vires ad descendendum.

Non est autem per dissimulantiam prætereunda difficultas, quæ facessere posset aliquid negotij, & gravitationis Rationem constitutam convellere videretur. Est liquidem certum apud omnes mechanicos, tam ubi de libra, quàm ubi de vecte sermo est, aliam servari Rationem quàm Sinuum Versorum in momento potentiae, aut ponderis determinando. Sit vectis, aut



librae brachium EC, hypomochlion seu centrum C; attollatur in H, aut in D; omnes consentiunt momentum potentiae aut ponderis in E ad momentum in H, esse ut HC ad IC, ad momentum verò in D esse ut DC ad FC. Est igitur, inquis, gravitatio in planum DC ad gravitationem in

planum horizontale EC, ut FC ad DC; in planum verò HC, ut IC ad HC, hoc est ut Sinus Rectus anguli inclinationis ad Radium.

Priùs verò, quàm me ab hac difficultate expediam, ostendo non satis aptè gravitationem in planum inclinatum desumi posse ex Sinu Recto anguli inclinationis. Quandoquidem vis descendendi in plano DC ad totā corporis liberi gravitationē est ut DF ad DC, igitur si gravitatio in planū DC ad totam gravitationē est ut FC ad DC, tota virium summa est DF plus FC, ac tota vis gravitandi, ubi nullum est impedimentum, est DC; igitur DC, & DF plus FC, æquales sunt, contra 20. lib. 1. Eucl. Neque hic liceat ad æqualitatem potentiarum confugere, ut sicut per 47. lib. 1. Eucl. linea DC potest quadrata linearum DF, FC, ita vis totius gravitatis æqualis gravitationibus in plano inclinato & in planum inclinatum eandem servet proportionem laterum trianguli DFC, adeò ut totam gravitatem

Secans

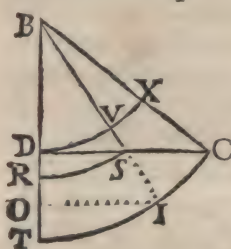
Secans anguli inclinationis exprimat, gravitationem in plano inclinato Radius, Tangens verò gravitationem in planum inclinatam. Si enim Quadratum DC æquale est quadratis DF , & FC simul sumptis, non tamen linea DC æqualis est aggregato linearum DF & FC : neque eadem est inter lineas DF & DC Ratio, quæ inter earum quadrata; sed est sub duplicatâ quadratorum: Quare cum gravitatio in plano inclinato DC ad gravitationem in perpendiculari, non sit ut quadratum DF ad quadratum DC ; sed ut linea DF ad lineam DC , frustrâ ad quadrata confugimus, quorum nulla hîc habetur ratio.

In eo itaque æquivocatio consistit, quod pondus in D constitutum, & applicatum brachio DC concipitur esse in plano inclinato DC , contra quàm res est: in eo siquidem plano intelligendum est, in quo ad motum determinatur; illud autem est planum DG , quod tangit circulum ED ; & sic deinceps, pro ut diversa circuli puncta à diversis planis contingi possunt. Quare in D momentum ad descendendum per DG ad totam gravitationem est ut DF ad DG , hoc est ut FC ad CD , per 8. lib. 6. hoc est ut FC ad EC . Est igitur brachium libræ seu vectis CD , sustinens pondus seu potentiam D , quæ cum habeat vires universas ut EC , gravitationis autem momenta habeat solum ut FC , impeditur à sustinente ut FE ; est autem EF Sinus Versus anguli FCD , hoc est anguli inclinationis $F DG$. Quare gravitatio ponderis contrâ subjectum corpus, quod impedit motum perpendicularem, ad totam gravitationem est, ut Sinus Versus anguli inclinationis plani, per quod fieri potest motus, ad Radium.

Hinc vides valdè disparem esse rationem gravitationis in sustinendo corpore inclinato, si illud liberè moveri possit, ac si circa centrum perfici debeat motus. Nam si DC sit columna, aut pons versatilis, retineaturque in C , jam punctum C vicem obtinens subjecti plani, illiusque munere fungens, sustinet ponderis partem EF , reliqua FC , quæ est mensura momenti ad descendendum, debet sustineri à potentia motum impediante per DG . Sin autem per DC planum columna moveri possit rectâ & descendere, vis descendendi ad totam gravitationem est ut DF ad DC , gravitatio autem contra sustinentem est ad totam gravitationem ut Sinus Versus anguli inclinationis

F D C ad Radium ; qui enim sustinet grave, dum descendit inclinatum, habet rationem plani inclinati. Neque id mirum videri debet, quandoquidem plurimum refert, an per planum D G an verò per D C sit determinatio ad motum, & quâ ratione sustinens opponatur virtuti motivæ : quare cum diversâ ratione opponatur motui circa centrum C, ac motui per planum D C, etiam dispar erit in sustinendo difficultas.

Ex his, quæ tùm hoc, tùm superiori capite disputata sunt, habes quid funambulis respondeas volatum mentiri meditantibus, cum pectore insistentes intento funi, diductis cruribus & extensis brachiis, corpus æqualibus momentis librant, sêque ex editâ turri in depressiorem locum præcipites dant; si fortè, ut noverint, quàm solidus esse debeat ac validus funis, quo iis utendum est, quærant, quantis momentis corpus urgeat sub-



jectum funem. Datâ enim turris altitudine BD, & depressioris loci, in quem descendendum est, distantia DC, collectis-que in summam harum quadratis, Radix summæ dabit BC funis longitudinem; ex quâ si auferatur BX turris altitudini BD æqualis, erit BC divisa in X juxtâ Rationem momentorum, quæ corporis gravitas exercet in plano inclinato, & in planum inclinatum. Sic posita BD ped. 150, & DC ped. 200, BC est ped. 250: ex quâ si auferatur BD, erit BX 150, & XC 100. Statue autem totius gravitatis corporis funambuli momenta 220; hæc dividantur in duas partes, quarum major sit sêsquialtera minoris, sicut BX inventa est ipsius XC sêsquialtera, & erunt momenta quidem ad descendendum in plano inclinato 132, momenta verò gravitationis in planum inclinatum, hoc est in subjectum funem, 88. Hæc tamen intelligenda sunt eâ factâ hypothesi, quòd funis rectâ intentus permaneret: cæterum cum & suo pondere, & sub impositi corporis mole subsidat, atque inflectatur, præsertim circa medium, satis apparet adhuc majorem subjecti plani inclinationem æstimandam esse, quàm quæ ex altitudine DB & distantia DC inferatur, quin & illam pro diversâ ab extremitatibus distantia subinde mutari, ac proinde validiori fune opus esse.

CAPUT

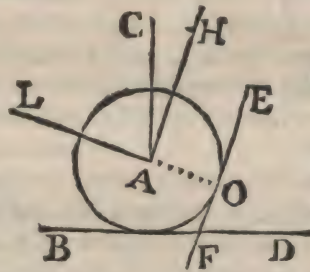
CAPUT XV.

*Inquiruntur Rationes gravitationis corporum
suspendorum.*

CONsideratâ corporum gravitatione tùm in plano inclinato, tùm in planum inclinatum, consequens est, ut ad eorumdem gravitationem, si ex fune suspendantur, gradum faciamus; hæc enim illi valdè affinis est speculatio: id quod faciliè intelligat, quisquis animum advertere voluerit, remque totam penitiùs introspicere. Ex his si quidem, quæ hætenus disputata sunt, lux, opinor, non modica ad hanc, quam examinandam suscipimus quæstionem, derivabitur.

Pendeat ex clavo C ad perpendicularum globus ferreus A, quem suppositum planum horizontale BD ita exactè contingat, ut nihil de funiculi CA intentione remittatur. Satis apparet subjecto plano BD non incumbere globum A, sed omnia suæ gravitationis, qua deorsum nititur, momenta exercere contrà clavum C, ex quo suspensus ad perpendicularum pendet. Quod si aut clavus C, nemine funem retinente, reveleretur, aut funis CA præcideretur, jam tota vis descendendi, quæ corpori A inest, urgeret subjectum planum BD; nec tamen in motum erumperet globus, quia planum BD; pari usquequaque ad perpendicularum inclinatione libratur, atque adeò motui prorsus obstitit.

Jam verò si globum A pariter ex perpendiculo CA pendentem contingat planum aliud non quidem horizontale, sed inclinatum EF, manifestum est totam pariter gravitationem exerceri contra clavum C retinentem, planumque contingens



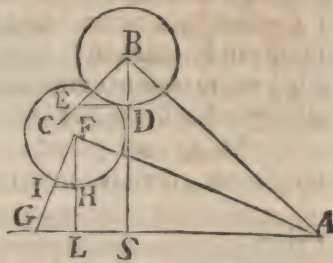
omnino non urgeri, nisi præciso funiculo sibi relinquatur globus, ut in inclinato plano EF ad descensum pronus contra subiectum planum nitatur, à quo cogitur, ut in motu à recto, quod ad universi centrum est, itinere deflectat.

Quod si planum inclinaturn EF ita suspenso globo A subji-
ciatur, ut recta linea centrum gravitatis A , & punctum sus-
pensionis H jungens parallela sit lineæ EF , quam in plano
inclinato descendens globus percurreret; momenta quidem
gravitationis, quæ in eo plano obtineret globus ad descenden-
dum, exercebit adversus clavum retinentem in H , subiectum
verò planum EF perinde urgebitur, atque si nullo retinente li-
bera esset globo descendendi facultas: vis enim, quâ prohibe-
tur globus, ne moveatur secundum rectam lineam, ut constat,
opponitur descensui in plano inclinato; ejus autem directio
 AH non opponitur nitenti in planum, cui parallela est.

Contra verò si globus in plano inclinato constitutus retinea-
tur secundum rectam lineam, quæ ad perpendicularum cadit in
subiectum planum EF , nimirum secundum lineam LO , im-
peditur quidem, ne contra planum nitatur; sed vis ista sic reti-
nens nullâ ratione adversatur motui in plano inclinato, quin
iisdem gravitatis momentis descendat globus in eo plano; si
quidem retinentis directio LO maneat semper adversus illud
planum perpendicularis. Nam si potentia retinens secundum
eam directionem agat, ut neque congruat perpendiculari LO ,
neque parallelæ HA , obsistet gravitationi corporis sive in pla-
no inclinato, sive in planum inclinaturn pro ratione anguli,
quem retinentis directio inter perpendicularem LO , & paral-
lelam HA interjecta, constituet cum plano inclinato. Quæ
enim inter LO & CA fuerit, elidet omnem corporis conatum
adversus planum, à quo illud avellit; non autem omnem eum,
qui in plano inclinato deorsum rapit. Quæ verò fuerit inter
 CA & HA , tollit quidem descensum in plano EF inclinato;
sed non omnino prohibebit, quin subiectum planum, cui aliqua-
tenus nititur, urgeat. Id quod facile intelligas, si plana subiecta
 BD horizontale, & EF inclinaturn ex maxime flexili mate-
ria, puta, papyro, concipias; in quâlibet enim suspensione
inter C , & L , planum BD horizontale flectetur ex pondere,
non autem inclinaturn EF : contra verò in omni suspensione
inter

inter C & H, planum inclinatum EF flectetur; at non item horizontale BD, quia nimirum inclinatum EF prohibet, ne recta HA ad perpendicularum accedens verticalis fiat.

Unum hîc præterea considerandum venit, quod superiori capite subindicatum fuit; si videlicet non ex flexili fune deorsum pendeat globus, sed rigido bacillo circa axem inferius positum versatili adnectatur superius. Sit rectus bacillus AB, cujus extremitas altera adnexum habeat globum B, altera sit circa axem A versatilis. Satis aperta conjectura est bacillum AB vicem subire plani, cui innitatur globus in B, qui proinde prohibetur, tum ne ad perpendicularum cadat per BD, tum ne per BA delabatur: linea igitur plani, per quod moliri motum poterit globus B, nulla alia congruentius assignari queat præter BC, quæ cum bacillo BA rectum angulum constituit. Perinde igitur in motum incitabitur, atque si in plano esset, cujus inclinatio angulum efficeret æqualem angulo elevationis bacilli supra planum horizontale GA. Cum enim recta BD producta cadens in planum horizontale, angulum BSA Rectum efficiat, reliqui duo simul SAB, ABS, Recto ABC æquales sunt; & communi ABS dempto, superest SAB elevationis angulus æqualis angulo SBC inclinationis plani. Quare ductâ Tangente DE, erit BE Secans anguli inclinationis, BD verò Radius: ac propterea ad descendendum in hujusmodi plano BC momenta, ad totam gravitatem in perpendicularo BD, erunt ut Radius BD ad Secantem BE, juxta ea, quæ cap. 13. hujus lib. demonstravimus.

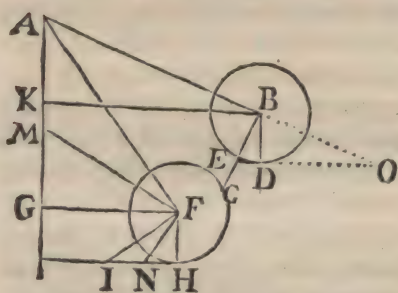


Quia tamen in motu globus ex bacilli conversione circa axem A non potest percurrere rectam BC, sed ita retinetur à bacillo, cui adnectitur, ut descendat in F, jam in alio plano minorem inclinationem habente constitutus intelligitur, nimirum in plano FG, quod cum perpendicularo FL efficit angulum inclinationis GFL æqualem angulo LAF elevationis: id quod eadem planè methodo, ac superius factum est, demonstratur.

Ex

Ex quo fit, quemadmodum in hujusmodi conversione globus in alio atque alio plano inclinato constituitur, ita alia atque alia obtinere gravitatis momenta: in B siquidem gravitat ut B D ad B E, in F verò ut H F ad F I. Cum igitur Radius utrobique ex hypothesi æqualis sit, videlicet D B, & H F, major autem sit B E Secans majoris anguli D B E, quàm F I Secans minoris anguli H F I, constat ex 8. lib. 5. majorem Rationem esse H F ad F I minorem, quàm D B ad B E majorem, atque adeò globum magis in F quàm in B gravitare, ut deorsum moveatur, atque adeò minùs etiam conniti contrà planum, in quo est, videlicet adversùs bacillum F A, magis verò adversùs bacillum B A.

Ex his attentè perpenfis facilis est transitus ad suspensorum corporum gravitationem investigandam. Sit enim jam non in-



feriùs, sed superiùs positus Axis A, circa quem versatilis est funiculus A B, cui globus B adnectitur. Constat sanè non ad perpendiculum B D cadere posse globum B; sed à recto deorsum tramite deflectere, funiculo scilicet A B eum retinente, quemadmodum rigidus bacillus O B eum aliquatenùs sustineret. Quia autem bacillo O B sustinente, vis descendendi ea esset, quæ per planum inclinatam B C, eadem pariter est funiculo retinente; videlicet per planum B C, in quod recta A B ad rectos angulos incidit. Momenta igitur gravitatis in eo plano inclinato, ad gravitatis momenta si corpus liberè descenderet, in eâ sunt Ratione, quæ est D B ad B E; hoc est D O ad O B per 8. lib. 6. hoc est K B ad B A per 4. lib. 6. Haud dispari methodo ratiocinantes ostendemus globi in F constituti momenta ad gravitandum esse perinde, atque si esset in plano inclinato F I, in quod ad rectos angulos cadit funiculus A F; ac proinde gravitatio in F, si descendendi vis præcisè spectetur, ad gravitationem globi liberi, est ut H F ad F I, hoc est, ut G F ad F A.

Ex quo apertius liquet, quàm ut in eo explicando diutiùs immorari

immorari oporteat, alia subinde atque alia esse momenta gravitatis corporis suspensi, pro ut major aut minor est angulus declinationis à perpendiculo AG , haud aliter quàm si in aliis atque aliis planis inclinatis constitueretur; quo enim minor est declinationis angulus GAF , eò major est angulus inclinationis plani, quippe qui est illius complementum. Constat si quidem angulos GAF , GFA simul, esse æquales tùm Recto AFI , tùm Recto GFH ; ac proinde dempto communi GFI , remanet HFI angulus inclinationis plani æqualis angulo GFA , qui est complementum anguli declinationis GAF . Quare quò declinationis angulus major est, eò minus est complementum, ac propterea est minor angulus inclinationis plani: in plano autem minùs inclinato majora sunt gravitatis momenta. Quò igitur corpus suspensum magis à perpendiculo removetur, eò majora percipiuntur gravitatis momenta, majorque vis requiritur in eo, qui motum prohibere voluerit, ut & ipsa experientia unicuique facilè demonstrat, & ratio evincit; cum enim AB & AF æquales sint, major est Ratio KB ad BA , quàm GF ad FA per 8. lib. 5. est nimirum KB major, & GF minor.

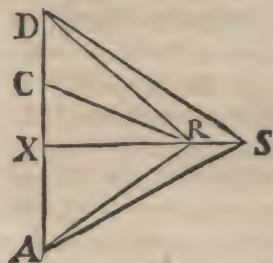
Quoniam verò quò major est gravitatio in plano inclinato, minor est in planum inclinatam; hoc ipso, quod factò declinationis angulo GAB majore, quàm GAF , major est ad descendendum propensio, minor est conatus adversùs axem A retinentem. Id quod manifesto etiam experimento deprehendes, si observaveris minùs intentum esse funiculum AB , quàm AF .

Hinc & illud satis dilucidè apparet, quod longitudinis funiculi non exigua ratio habenda est; ex eà scilicet pender, quod in plano magis aut minùs inclinato constitutum censeatur corpus grave suspensum. Si enim globus F ex funiculo AF pendeat, declinationis angulus est GAF : at verò si funiculus, quo suspenditur, sit MF , angulum declinationis facit GMF ; qui cum externus sit, major est interno MAF per 16. lib. 1. ac propterea minor est inclinatio plani FN facientis cum rectâ MF angulum Rectum, quàm sit inclinatio plani FI , cui perpendicularis est recta AF . Plus igitur momenti ad gravitandum habet glo-

N

bus F, si ex breviori funiculo M F pendeat, quàm si ex longiore A F.

Quæ cum ita sint, haud sanè incongrua se nobis offert methodus pondus ex depresso in altiorem locum transferendi; si videlicet id curemus, ut ex satisvalido & longiore fune suspendatur; sublato etenim partium attritu, qui fieret, si per planum raptaretur pondus, minore virium jacturâ trahi potest.



Sit corpus grave ubi A, quod attollere oporteat, & in superiorem locum R S transferre. Si ex C breviori fune suspendatur, trahere illud poterit usque in R, quicumque facto declinationis angulo A C R potest illud cum aliquo virium excessu retinere, & obistere gravitatis momentis, quæ obtinet in R. At si ex longiore fune D A pendeat, idem corpus A trahi

poterit, & retineri in S, ne deorsum labatur, & quidem minore conatu; facto enim declinationis angulo A D S minore, quàm A C R, in S pariter minùs gravitat quàm in R. Angulum autem A D S minorem esse angulo A C R constat, si rectæ A R, A S ducantur: nam C A, C R æqualia sunt latera ex hypothesi, item D A, D S æqualia; est scilicet idem funiculus, qui primum perpendicularis cadit, deinde à perpendiculo removetur: in Triangulo Isoscele C A R anguli ad basim A R æquales sunt per 3. lib. 1. item in triangulo Isoscele D A S anguli ad basim A S æquales inter se sunt. Porro angulus D A S major est angulo C A R; ergo & reliquus D S A major reliquo C R A. Cum itaque tres anguli utriusque trianguli sint æquales duobus Rectis per 32. lib. 1. si ex summâ duorum Rectorum auferantur duo majores anguli D A S, D S A, relinquitur A D S minor, quàm si ex eadem duorum Rectorum summâ auferantur duo minores C A R, C R A, hoc est minor quàm A C R. Ut autem clariùs innotescat, quænam sit gravitationum Ratio pro funiculi longitudine, sit corpus grave in R: & primum quidem ex C pendeat funiculo breviori C R, deinde ex D longiore funiculo D R: quisquis retineat corpus in R constitutum, atque descensu prohibeat, faciliùs retinebit, cum ex D, quàm

quàm cum ex C, pendeat; quia declinationis angulus XCR major est angulo XDR per 16. lib. 1. Verùm qua Ratione, inquis, vires, quas in utroque casu retinens exerit, discriminantur? utique secundum Reciprocam funiculorum Rationem conatur obfistens corporis propensione ad descensum; quæ enim Ratio gravitationum corporis, ea est virium gravitationibus repugnantium: comparatâ autem corporis in R constituti gravitatione, si ex C pendeat, cum ejusdem ibidem positi gravitatione, si pendeat ex D, est reciprocè ut DR ad CR; igitur & vires retinentis corpus ex C pendens sunt ut DR, retinentis verò idem corpus ex D pendens sunt ut CR. Id quod hinc conficitur, quia corpus in suspensione, positionem habens CR, gravitat ut XR ad RC, positionem verò habens DR gravitat ut XR ad RD; duæ autem Rationes XR ad RC, & XR ad RD sunt reciprocè ut RD ad RC. Quotiescumque enim duæ sunt Rationes, quarum idem est Antecedens terminus, & diversus Consequens, eæ sunt reciprocè ut consequentes.

Quòd si quis Rationes inter se comparare non assuetus de hoc ambigeret, an Rationes eundem vel æqualem antecedentem terminum habentes sint reciprocè ut Consequentes, facile intelliget, si animadvertat Rationes eundem Consequentem terminum habentes esse inter se directè, ut antecedentes. Quemcumque enim interrogaveris, quæ sit Ratio $\frac{2}{7}$ ad $\frac{6}{7}$ illicò respondebit esse subtriplam, secunda scilicet ter continet primam, ut constat si ter positam Rationem $\frac{2}{7}$ in summam colligas; neque enim idè est Rationem Rationis esse subtriplam, ac subtriplicatam; Ratio siquidem $\frac{2}{7}$ est subtriplicata Rationis $\frac{8}{343}$. Si igitur pariter quæras, quænam sit Ratio $\frac{2}{7}$ ad $\frac{2}{7}$ rectè respondebit eam esse triplam, hoc est reciprocè ut 6 ad 2: id quod manifestè apparebit, si illas ad denominationem eandem, hoc est ad eundem Consequentem terminum reduceris, sunt nimirum ut $\frac{42}{12}$ ad $\frac{14}{12}$, hoc est ut 6 ad 2.

Ex quibus obiter patet methodus exponendi per lineas proportionem duarum Rationum etiam numeris non explicabilium; si videlicet fiat ut Antecedens secundæ Rationis ad suum Consequentem, ita Antecedens datæ primæ Rationis ad alium novum Consequentem; erit enim prima Ratio data ad secun-

A F. Ergo vis descendendi ex C A est ut D A ad A F, & vis descendendi ex B A est ut D A ad A B : igitur duæ hæ Ratio- nes sunt reciprocè ut B A ad A F; atque adeò B quidem reti- nens, ne descendat ex C A, exerit vires ut B A; C verò reti- nens, ne descendat ex B A, adhibet conatum ut F A; & quæ componitur ex B A, A F, totum gravitatis momentum, quod corpori suspenso inest, repræsentat. Momentum, inquam, gravitatis potius, quàm gravitatem totam; totius si quidem gravitatis nomine vires ipsas descendendi intelligimus, quas corpus grave obtinet sibi prorsus relictum secluso quolibet im- pedimento, à quo certam descendendi regulam accipiat: Mo- menti autem vocabulo ipsas descendendi vires significamus non per se & solitariè acceptas; sed quatenus ex corporis posi- tione, cæterorumque quæ circumstant, ad majorem aut mino- rem motûs velocitatem determinatur. Considerato itaque nisu corporis A ad descendendum & cum perpendicularis est funi- culus B D, & cum declinat B A, Ratio momentorum est ut B A ad A D. Similiter momentum ex perpendiculari C E ad momentum ex declinante C A est ut C A ad A E, hoc est ut F A ad A D: est igitur corporis A ex duplici funiculo B A, C A pendentis totum gravitandi momentum, quod ex lineis B A, A F componitur.

Hic autem hæsitantem videre mihi videor non neminem ex iis, quæ dicebantur, colligentem corpus A primùm ex decli- nante B A æquè ac ex perpendiculari B D gravitare; deinde plus ad descendendum momenti obtinere, si ex duobus funi- culis, quàm si ex unico pendeat. Si enim angulus declinatio- nis D B A sit gr. 22. 12'; est D A sinus dati anguli ad radium B A ut 37784 ad 100000: & si angulus declinationis E C A sit gr. 54. 35', est E A sinus dati anguli ad Radium C A ut 81496 ad 100000. At ex constructione triangulum D A F si- mile est triangulo E A C; igitur D A ad A F est ut 81496 ad 100000. Est autem D A in particulis Radij B A partium 37784; igitur si fiat ut 81496 ad 100000, ita 37784, ad aliud, erit A F earumdem particularum 46363, quarum B A est 100000. Qua- re composita B A, A F momenta sunt 146363, cum tamen momentum in perpendiculari A D sit tantum 100000. Cum verò dictum sit B clavum resistere ponderi A ut B A, C autem

ut FA , manifestum est B clavum retinere ut 106000 quando declinat BA à perpendiculo: Atqui etiam in perpendiculo BD retinet ut 100000, igitur idem est ponderis tum ex BD , tum ex BA momentum; id quod est absurdum.

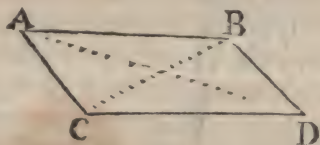
Sed & illud præterea ex dictis consequi videtur, quod ejusdem corporis majus sit momentum, si ex duobus funiculis, quam si ex unico pendeat. Fiat enim angulus DBH æqualis angulo declinationis ECA , & assumptâ BH æquali ipsi BA , ducatur ad BD perpendicularis HI : erit utique triangulum BHI simile triangulo CAE , ac propterea ut EA ad AC , ita IH ad HB , hoc est ad AB . Sunt igitur duæ Rationes eundem Consequentem terminum habentes, atque adeò inter se in ratione Antecedentium, ac proinde cum vis descendendi ex BA sit ut DA ad AB , & vis descendendi ex CA sit ut IH ad AB , vires descendendi invicem comparatæ sunt ut DA ad IH , totumque momentum componitur ex DA 37784, & IH 81496. Quare momentum quod in perpendiculari, si unico funiculo penderet ex BD , esset 100000, pendente corpore A ex duobus funiculis BA , CA , fit majus, scilicet 119280. ut quid igitur ex pluribus funiculis illud suspendere oportuit?

Quibus difficultatibus ut fiat satis, & id, quod inquiremus, enucleatius explicetur, illud observo, quod funiculus BA si præcisè spectetur, quatenus ex eo corpus grave pendet, retinet globum A , ne rectâ descendat per lineam ipsi BD parallelam, sed cogit illum deflectere in motu: quare adversus clavum B , globus A exercet ea momenta, quæ exerceret in planum inclinatum, cui BA ad rectos angulos insisteret. At si globus ex alio præterea funiculo CA pendeat, idem funiculus BA resistit etiam momenti illis, quibus globus A descenderet in plano inclinato, cui CA ad rectos angulos insisteret, quæ momenta (ut summum) sunt ad BA radium ut 81496. Momenta verò quibus urgeret planum inclinatum perpendicularare ad BA , sunt, ex dictis superiori capite, ut Sinus Versus anguli inclinationis plani; inclinatio autem plani, ut paulò superius hoc eodem capite demonstravimus, est complementum anguli declinationis DBA . Quare differentia inter DA 37784 sinum rectum anguli declinationis, & radium BA 100000, cum sit Sinus Versus anguli inclinationis plani, sunt momenta 62216 addenda prioribus

prioribus 81496; adeò ut summa sit 143712 momentorum, quibus funiculus B A repugnat, si pondus pendeat etiam ex C A; cum tamen si ex ipso tantum funiculo B A penderet, & aliquis esset præcisè obliquant viribus ad descendendum, idem funiculus B A resisteret solum momentis 62216.

Eadem methodo deprehendes funiculum C A, si ex eo solo globus pendeat, retinere momenta 18504: at si etiam ex B A globus pendeat, additis momentis 37784, tota momentorum summa est 56288. Jam summam hanc priori 143712 adde, & erit tota momentorum summa 200000: perinde atque si corporis gravitas fuisset duplicata. Id quod deprehendes, quoscunque demum declinationis angulos statueris sive majores, sive minores; semper enim eandem summam momentorum omnium invenies 200000: & funiculus minoris declinationis plus momentorum sustinebit, tum quia Sinus Versus majoris inclinationis plani major est, tum quia Sinus Rectus alterius anguli declinationis majoris item major est.

Hæc tamen ut veritati congruant, ita solum accipienda sunt, ut momenta singula ex utraque funiculorum declinatione orta particulatim sumantur: pondus scilicet ex utroque suspensum perinde hæcenus consideratum est, ac si momenta ipsa descendendi in diversas partes abeuntia momentum quoddam ex utrisque temperatum non constituerent; re autem ipsa quod ex iis componitur momentum, non ex ipsorum momentorum additione conflatur, sed ex ipsis temperatur. Si enim mobile sit ubi A, impetum verò cum tali directione habeat, quâ deferri possit æquabiliter per rectam A B, alio autem impetu feratur æquabiliter directum in C, notum omnibus est motum, qui ex A B & A C componitur, non fieri ex earum additione, sed temperari in lineam A D, quæ dimetiens est parallelogrammi, quod ex earundem linearum A B, A C longitudine, ac mutuâ inclinatione formam desumit. Quâ in re plurimum interest, quam invicem habeant inclinationem directiones motuum in diversa abeuntium; quò enim acutiorem angulum constituunt, eò longius provehitur mobile, ut A B, A C in acutum angulum coeuntibus



coeuntibus mobile ex A in D venit: quò verò obtusior fuerit angulus; eò etiam brevius est iter ipsius mobilis, ut contingit, si ex B directum per rectas BA, BD ad obtusum angulum constitutas moveatur, sislitur enim in C, & brevior est diameter BC quàm AD, ut ex 24. lib. 1. satis manifestum est geometris; & ipsa motuum natura postulat; qui nimirum sibi invicem magis adversantur, magisque in diversa abeunt, se magis elidunt, id quod fit ex angulo obtuso DBA; qui verò minùs in diversa abeunt, id quod fit ex angulo acuto CAB, se pariter minùs elidunt.

Sint itaque, ut priùs, funiculi BA, CA, ex quibus A pondus suspenditur: ducatur ad BA perpendicularis AR, & est planum inclinatum, in quo descendendi momentum est ut DA; similiter ad CA perpendicularis AG ducatur referens planum inclinatum, in quo descendendi momentum est AE. Sumatur igitur AR quidem ipsi AD æqualis, AG verò ipsi AE pariter æqualis, si funiculi BA, & CA æquales fuerint; sin autem inæquales sint, fiat angulus DBH æqualis angulo declinationis ECA, & sumptâ BH æquali ipsi BA, ducatur ad BD perpendicularis HI, eritque ut EA ad AC, ita IH ad HB, hoc est ad AB; ac propterea ipsi IH, quæ refert momentum AE, sumatur AG æqualis. Ex quo fit corpus A suspensum hâc ratione momenta descendendi habere in diversas partes abeuntia AR, AG: perfectò igitur parallelogrammo ARNG, ex duobus illis momentis temperatur momentum AN.

Ipsius autem AN longitudinem investigare non est difficile; cum enim noti supponantur anguli declinationum DBA, ECA, angulus RAG conflatur ex eorum complementis, quippe qui æqualis est duobus angulis inclinationis planorum AR, & AG. Porro ex hypothesi sunt angulus DBA gr. 22. 12', & angulus ECA gr. 54. 35': jungantur simul, & eorum summa gr. 76. 47' auferatur ex gr. 180, ut residuum gr. 103. 13' sit angulus RAG, cui æqualis est oppositus RNG; ac proinde notus est angulus G, qui est suo opposito R æqualis, uterque scilicet gr. 76. 47' quæ est summa angulorum declinationis. Sunt igitur in triangulo AGN nota latera AG, GN (est enim ex 34. lib. 1. GN opposito lateri AR æquale)

unâ

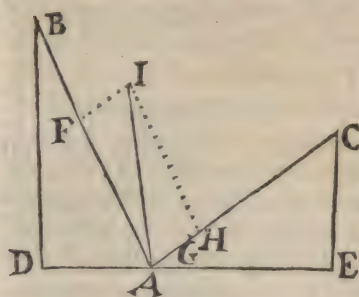
unâ cum angulo G comprehenso, & ex Trigonometriâ innotescit tertium latus A N. Quare cum latus A G sit ex superius constitutis 81496, & G N, hoc est A R, 37784, fiat ut laterum A G, G N summa 119280 ad eorundem differentiam 43712, ita semisummæ angulorum ad basim, hoc est gr. 51. 36' $\frac{1}{2}$ Tangens 126205 ad 46249 Tangentem gr. 24. 49' $\frac{1}{2}$ differentiæ infra, vel supra eandem semisummam. Est igitur angulus G A N gr. 26. 47' $\frac{3}{10}$. In triangulo itaque A G N noti sunt duo anguli A, & G, ac latus G N angulo A oppositum; igitur ut anguli A gr. 26. 47' $\frac{3}{10}$ Sinus 45070 ad anguli G gr. 76. 47' Sinum 97351, ita latus G N 37784 ad latus A N 81613.

Ex quibus apparet descendendi momentum, quod componitur ex momentis in planis inclinatis, non esse 119280 ex eorum summâ, sed ita temperari, ut longè minus sit, videlicet solum 81613.

Methodo eâdem operantes deprehendemus ponderis in H constituti, ac ex funiculis B H, C H suspensi momentum ita componi ex momento H I bis sumpto (si quidem anguli declinationum D B H, E C H & funiculi æquales sint) ut in unum ex utroque nimirum H I & H O temperatum H S coalescat. Unde constabit quò majores fuerint declinationum anguli, eò longiorem futuram lineam H S, atque adeò etiam majus momentum descendendi; plana siquidem inclinata acutiorem angulum constituunt. Quam momentorum varietatem paulò inferius manifesto experimento comprobabimus: ubi constabit pondus hâc ratione suspensum ex duobus funiculis plus habere aliquando momenti ad descendendum, quàm in perpendiculari suspensione.

Quemadmodum verò de momentis descendendi in planis inclinatis ratiocinati sumus, ita pariter in unum coalescere dicenda sunt momenta, quibus funiculi pondus retinentes ipsum quodammodo avellere conantur à plano inclinato, ne illud urgeat; hæc enim pariter momenta in diversa abeunt secundum ipsam funiculorum directionem. Sunt autem momenta illa Sinus Versi angulorum inclinationis planorum; qui habentur, si Sinus Recti complementorum, hoc est angulorum de-

O



clinationis funiculorum, demantur ex Radio. Itaque ex BA auferatur BF ipsi DA æqualis, & est FA Sinus Versus anguli inclinationis: posita est autem declinatio DBA gr. 22. 12', igitur FA est particularum 62216; & declinatio ECA gr. 54. 35'; igitur facta CG æquali ipsi AE, remanet

GA particularum 18504, quarum CA est 100000. Quare ut habeantur particulæ ejusdem rationis cum particulis AF, fiat ut CA ad AG, ita BA ad AH, & est AH particularum 18504 homologarum particulis AF. Perficiatur parallelogrammum AHIF; & quia funiculus CA retrahit à plano inclinato juxta momentum ac directionem HA, funiculus verò BA retrahit à plano inclinato secundum momentum ac directionem FA, directionibus in diversa abeuntibus, temperatur ex his momentis momentum AI diameter parallelogrammi.

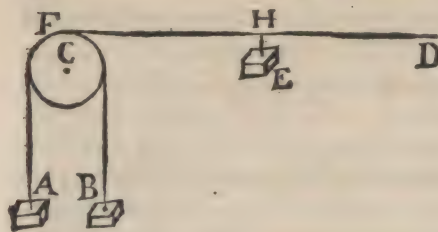
Porro in diametri AI investigatione methodus est eadem, quâ paulò antè utebamur: Cum enim tres anguli BAD, BAC, CAE sint duobus Rectis æquales, anguli verò BAD, CAE noti sint, quippe complementa angulorum declinationis DBA, ECA, innotescit reliquus FAH, qui æqualis est summæ angulorum declinationis. Est igitur FAH gr. 76. 47', ac proinde angulus AFI gr. 103. 13' notus est, unâ cum lateribus FA 62216 & FI 18504. Fiat igitur ut laterum summa 80720 ad eorundem differentiam 43712, ita angulorum ad basim AI semisummæ gr. 38. 23½'. Tangens 79235 ad 42907 Tangentem differentiæ infra vel supra eandem semisummam, hoc est gr. 23. 13½'. dempta igitur hæc differentia ex semisummâ gr. 38. 23½', reliquum facit angulum FAI gr. 15. 10'. Fiat demùm ut anguli FAI gr. 15. 10'. Sinus 26163 ad anguli AFI gr. 103. 13'. hoc est ad supplementi gr. 76. 47'. Sinum 97351, ita latus FI 18504 ad basim AI 68852.

Inventa itaque momenta composita tum in planis inclinatis, tum in plana inclinata, dividantur juxta Rationem momentorum

rum simplicium, ut innotescat, quid demum cuique funiculo tribuendum sit in pondere retinendo. Momentum descendendi compositum inventum est susperius 81613, simplicia sunt 81496, & 37784. Fiat ut igitur ut simplicium momentorum summa 119280 ad eorum alterutrum, puta ad 37784, ita momentum compositum 81613 ad aliud, & provenit 25852 pars illius momenti pertinens ad funiculum CA, qui retinet pondus; cujus vis descendendi est DA 37784. Reliqua autem momenti 81613 pars 55761 pertinet ad funiculum BA retinentem pondus, cujus vis descendendi est EA 81496. Pari ratione fiat ut Sinuum Versorum angulorum inclinationis simplicium 62216, atque 18504 summa 80720 ad eorum alterutrum, puta ad 18504, ita momentum compositum inventum 68852 ad aliud, & provenit pro minori 15783, pro majori verò 53069. Quare funiculus BA minorem habens declinationem, & plus sustinet in suo plano magis inclinato, cui perpendicularis est, nimirum ut 53069, & plus retinet in plano reliquo minus inclinato, nimirum ut 55761: contra verò funiculus CA, & minus sustinet, scilicet ut 15783, & minus retinet scilicet ut 25852. Funiculus itaque BA exercet vires ut 108830, & funiculus CA ut 41635, & totum corporis suspensi momentum est 150465.

Non sola autem momenta descendendi in planis inclinatis considerari oportere, sed & ea, quæ essent adversus plana ipsa inclinata, uti dictum est, ex eo apertè conficitur, quòd ubi funiculi concurrerent ad acutissimum angulum, vix quicquam virium in retinendo pondere exercere opus esset; tenuissimum quippe, esset momentum, quod ex parvis momentis per acutissimorum angulorum Sinus Rectos definitis componeretur: si verò nihil præterea momenti addendum esset; à magnâ gravitatione, quæ in perpendiculari est, ad ferè nullam transitus esset, facta vel modicâ à perpendiculo declinatione; atque adeò vix intenti esse deberent funiculi: id quod manifesto experimento adversatur.

Illud postremò hîc ostendendum superest, plus scilicet inesse posse momenti ad descendendum corpori ex duobus funiculis invicem inclinatis suspensio, quàm si ex unico ad perpendiculum pendeat. Orbiculo circa suum axem C versatili,



ac secundum extremam
oram excavato, inseratur
funiculus AFB, ex quo
æqualia hinc, & hinc
pondera A, & B pen-
deant: nullus planè fe-
quitur motus, quia utrum-
que ex perpendiculari pen-

det, & quantâ vi alterum conatur deorsum, pari nisu alterum
repugnat, ne elevetur. Quærenti igitur, quantum momenti
pondus B habeat ad descendendum, utique respondebis omni-
nò par esse momento ponderis A. Jam verò sit funiculus AFD,
qui in D religetur, & ponderi A sumatur æquale pondus E,
vel potiùs ipsum B transferatur in E, & funiculo AFD ad-
nectatur in H; ut sint quasi duo funiculi DH, FH. Quæro
quantum ad descendendum momenti habeat pondus E, hoc est
pondus B in H translatus, quod est æquale ponderi A: si tan-
tumdem habet momenti, quantum pondus A, planè manebit
immutum, intento funiculo FD; at si E descendens cogat
ascendere pondus A, utique plus momenti habet quàm A, hoc
est, plusquàm B perpendiculariter pendens. Id quod re ipsâ
contingit; & quidem tam certo experimento, ut non solum
pondus E prævaleat ponderi A, si sit ei æquale, verum etiam si
minus sit eodem pondere A. Non igitur hoc absurdum est,
quod constitutam à nobis momentorum hypothesim consequa-
tur, sed potiùs ipsi naturæ nostræ consentit hypothesi, cui ro-
bur adjicit experientia; nec ex eo capite perperam philosopha-
ti videmur, quòd in perpendiculari minus momenti, quàm ex
duplici funiculo suspensum pondus habere dicendum sit.

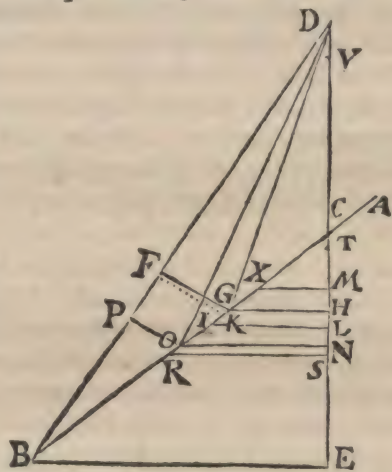
Ex his, quæ de corpore ex binis funiculis suspensio hæcenus
disputata sunt, non difficilis erit conjectura eorum, quæ dicen-
da sint, si ex tribus aut quatuor suspendatur, sive illi immédia-
tè adnectantur ipsi ponderi, sive funiculus unus demum in plu-
ra capita dividatur, ex quibus fiat suspensio: neque enim his
diutius ad nauseam immorandum censeo.

CAPUT

CAPUT XVI.

Tractiones ac elevationes obliquæ expenduntur.

Proxima est iis, quæ hactenus disputata sunt, præsens investigatio gravitationis corporum, sive nisûs, quo motui resistunt, cum obliquè in plano aliquo trahuntur, aut elevantur: sicut enim toto conatu repugnant elevanti ad perpendicularum, & abstrahenti à plano; cui insident, ita pro majori, aut minori obliquitate tractionis aut elevationis magis etiam, aut minùs, obistere experimur. Et primum quidem super plano inclinato *AB* duo pondera prorsus æqualia, & similia intelligantur posita in *B* & *C*, atque linea *CE* sit horizonti *BE* perpendicularis, ac pondus *C* filo *DC* ad perpendicularum suspendatur, ita tamen, ut conzingat planum in *C*, & sit recta *DE*. Item ex *D* puncto ducatur filum *DB*, ut sursum trahatur *B* pondus incumbens plano inclinato, dum pariter pondus *C* sursum rectâ trahitur, & à plano avellitur: horum autem funiculorum trahatur ex *D* pars æqualis. Quando igitur *C* venerit in *V*, æquali mensurâ *BP* multatum intelligitur filum *DB*, & remanet longitudo *DP*, hoc est *DO*; pondus enim, cum filum in *D* traheretur, ex *B* venit in *O*. Ductâ itaque lineâ *ON* horizonti parallelâ, erit *EN* altitudo perpendicularis, ad quam ascendit pondus *B* in plano inclinato interea, dum pondus *C* venit in *V*, aut *E* venit in *M*, est enim *EM* assumpta ipsi *CV* æqualis. Quare cum pondus *B* obliquè trahitur super planum inclina-



tum, minorem subit violentiam, quàm cum ab illo perpendiculari elevatione avellitur.

Hoc tamen ita intelligendum est, ut observetur alia esse momenta, cum tractionis linea parallela est ipsi plano inclinato, ac cum in planum inclinatam cadit obliqua, ut hâc linea DB. Si enim in plano inclinato sumatur BR æqualis perpendiculari EM, gravitatio per rectam BC, seu per lineam eidem parallelam, ad gravitationem in perpendicularo CE est reciprocè ut EC ad BC, seu ut ES ad BR aut EM, ex superius dictis cap.13. At verò cum tractio obliqua est, gravitatio est ut EN ad EM, sive ut BO ad BX: punctum autem O altius est puncto R, ac propterea in hujusmodi obliquâ tractione plus violentiæ infertur ponderi, quàm in tractione parallelâ, plus enim ascendit. Porro lineam BO longiorem esse lineâ BR est manifestum; siquidem duo latera DO, OB per 20. lib. 1. majora sunt reliquo DB: est autem ex hypothesi DP ipsi DO æqualis, ergo reliqua BP minor est, quàm BO: sed & ipsi BP, hoc est ipsi EM, æqualis assumpta est BR; igitur BR minor est quàm BO. Id quod etiam hinc constat, quia in triangulo Isoscele DOP angulus OPB infra basim major est recto, cum sit deinceps angulo DPO ad basim acuto; ergo per 19. lib. 1. latus BO majus est latere BP, hoc est BR; igitur etiam EN major est quàm ES, & plus difficultatis percipitur in obliquâ hâc tractione, quàm in tractione parallelâ.

Similiter intelligatur pondus C elevatum fuisse ex D (quod punctum D concipiatur multò altius, quàm in præfenti schemate) ad perpendicularum altitudine æquali ipsi ET, pondus verò B æquali tractione funiculi venisse ex B in G, demptâ scilicet longitudine BF ipsi ET æquali, atque adeò DF, DG æquales sunt: ipsi autem ET æqualis sumatur BI; quæ simili ratione demonstratur brevior, quàm BG: ex quo pariter fit hâc etiam ad majorem altitudinem perpendicularem EH elevari, quàm si tractio parallela fuisset plano inclinato, & elevatio ad altitudinem EL.

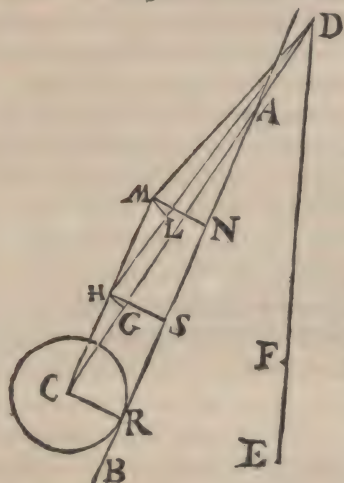
Ex his manifestum est plus virium requiri ad trahendum
pondus

pondus idem per lineam DB, aut DO, aut DG obli-
quas, quàm per lineam plani inclinati BC, aut illi paral-
lelam: dum enim per obliquis illas lineas fit tractio, pon-
dus quidem non omninò abstrahitur à plano, sicut in tractio-
ne perpendiculari, sed nec omninò incumbit plano, si-
cut in tractione parallelâ ipsi plano; ac propterea, quò ma-
gis tractio ad perpendicularem accedit, eò majorem inve-
nit in pondere resistantiam. Patet autem altitudinum per-
pendicularium EH, EL differentiam HL majorem esse,
quàm sit altitudinum perpendicularium EN, ES differen-
tia NS. Comparatis enim triangulis isoscelibus DPO,
DFG, anguli ad basim PO majores sunt angulis ad basim
FG, quia angulus PDO minor est angulo FDG: ergo
angulus BPO, qui est infra basim, minor est angulo
BFG infra basim. Fiat igitur ipsi BPO æqualis angulus
BFK, ac proinde K cadit inter puncta I & G. Sunt ergo
triangula BPO, BFK habentia angulum ad B communem
æquiangula, & similia, ac per 4. lib. 6. ut PB, hoc est BR,
ad BO, ita FB, hoc est BI, ad BK; & invertendo, ac
dividendo, & iterum invertendo ut BR ad RO, ita BI
ad IK. Atqui IG major est quàm IK, ergo per 8. lib. 5.
Ratio BI ad IG minor est Ratione BI ad IK, hoc est BR
ad RO. Cum itaque per 2. lib. 6. ut BR ad RO, ita ES
ad SN; & ut BI ad IG, ita EL ad LH, major est Ra-
tio ES ad SN, quàm EL ad LH, & permutando major
est Ratio ES ad EL, quàm SN ad LH; est autem ES
minor quàm EL, ergo etiam SN multò minor est quàm
LH; ac proinde quo magis à perpendiculari recedet obli-
qua tractio, momentum ponderis magis accedit ad momen-
tum ejusdem in plano inclinato per tractionem parallelam,
hoc est, minore differentiâ hoc excedit. Momentum igitur
perpendicularis tractionis ad momentum obliquæ tractionis
minorem Rationem habet, quàm ad momentum tractionis pa-
rallæ plano inclinato.

Ex his observare est aliquod paradoxum, pondus scilicet obli-
quâ hâc elevatione tractum plus moveri, quàm potentiam tra-
hentem; hæc enim movetur secundum mensuram funiculi
tracti, hoc est BP seu BR illi æqualis, ostensum est autem

BR

BR minorem esse quàm BO. Id quod etiam manifestum est,
 si tractio obliqua non abstrahat pondus à plano, sed quasi il-



Isosceles DGH, ergo angulus HGC infra basim major est recto; ergo CH per 19. lib. 1. major est quàm CG. Ipsi autem CH æqualem esse distantiam contactuum RS manifestum est, quia ex centris H & C rectæ cadunt in S & R ad angulos rectos, atque adeò sunt parallelæ: sunt æquales CR & HS, ut pote Radij ejusdem globi; igitur per 33. lib. 1. CH, & RS æquales sunt & parallelæ. Quare sive centrum spectetur, sive puncta contactuum, perinde est; semper enim major est globi motus motu potentiæ trahentis; & quia RS major est quàm CG, hoc est quàm motus, qui fieret in ipso plano inclinato tractione parallelâ, hinc est quod hujusmodi obliquâ tractione ad majorem altitudinem perpendicularem pari tempore trahitur, majorémque propterea violentiam subiens majoribus indiget viribus, quàm si tractione parallelâ elevaretur.

Sed jam trahatur iterum funiculus ita, ut ipsi CG primæ tractioni æqualis sit secunda tractio HL; & erit centrum globi in M, & æquales DM, DL. Anguli MDH, HDC si dicantur æquales, etiam per 3. lib. 6. ut MD ad DC ita MH ad HC; est igitur MH minor quàm HC, major tamen quàm HL, quia subtenfa est angulo MLH obtuso, ut pote infra ba-
sim

sim Iſoſcelis MDL. Atqui ex hypotheſi anguli MDL, HDG ſunt æquales; ergo Iſoſcelium anguli infra baſes, hoc eſt MLH, HGC ſunt æquales: angulus autem externus MHL major eſt interno HCD, hoc eſt HCG, per 16. lib. 1. igitur reliquus HML minor eſt reliquo CHG. Itaque in duobus triangulis, angulis CGH, HLM ex hypotheſi oſtenſis æqualibus ſub-
tenditur illi quidem majus latus CH, huic verò minus HM, & angulis inæqualibus CHG majori, HML minori æquale latus CG, HL: id quod omninò abſurdum eſſe conſtat ex doctrinâ & Canone Sinuum; ſubtenſæ ſiquidem inæquales angulorum æqualium ſunt in circulis inæqualibus, major in majori circulo, minor in minori, in quibus utique fieri non poteſt, ut angulorum inæqualium ſubtenſæ ſint æquales. Non igitur fieri poteſt ut factâ ſecundâ tractione HL æquali priori CG, angulus MDH æqualis ſit angulo HDC; alioquin triangulum HLM (cujus baſis HM ex hypotheſi arguitur minor baſe CH, quæ tamen ſunt angulis ad G & L æqualibus ſubtenſæ) eſſet in circulo minore, quàm ſit circulus, in quo eſſet triangulum CGH; in circulo autem minore, angulo minori HML, ſubtenſa HL eſſet æqualis ipſi CG ſubtenſæ angulo majori CHG in circulo majore.

Quod ſi dicatur angulus MDH minor, quàm HDC, ergo angulus MLH infra baſim minor eſt angulo HGC infra baſim: atqui angulus MHL externus major eſt interno HCG; igitur reliquus angulus LMH vel eſt æqualis angulo GHC, vel illo minor, vel illo major. Sit æqualis: quoniam æqualibus lineis CG, HL ſubtenduntur, ſunt in circulis æqualibus; ergo cum angulus MHL major ſit angulo HCG, etiam oppoſitum latus ML majus eſt quàm HG: ergo Iſoſceles MDL habens angulum minorem ſub brevioribus lateribus habet majorem baſim, & Iſoſceles HDG habens angulum majorem ſub lateribus lōgioribus habet breviorē baſim; id quod eſt manifeſtè abſurdū, ut patet ex 24. & 25. lib. 1. Fieri igitur non poteſt, ut anguli LMH, GHC ſint æquales, ſi MDH minor eſt quàm HDC.

Quandoquidem igitur LMH, GHC non ſunt æquales, dicatur angulus LMH minor quàm GHC, & quia æqualibus lineis HL, CG ſubtenduntur, triangulum HLM eſt in circulo majore, triangulum verò CHG in minore. Cum autem angulus

lus MHL , ex sæpiùs dictis, sit major quàm HCG , etiam subtenfa illius, ut potè in circulo majori, scilicet ML major est quàm HG subtenfa anguli minoris in circulo minori: atque hinc idem quod priùs, sequitur absurdum angulum verticalem MDL , ex hypothefi minorem, & brevioribus lateribus comprehensum basim habere majorem, quàm sit basis anguli verticalis $H DG$ majoris sub lateribus longioribus.

Sed neque dici potest angulus HML major quàm CHG ; quia, si MDL minor est quàm $H DG$, angulus $D ML$ ad basim Isoscelis major est quàm $D HG$ pariter ad basim; ergo si $D ML$ majori addatur major $H ML$, & $D HG$ minori addatur minor CHG , erit totus $D MH$ major toto angulo $D HC$, internus scilicet major externo, contra 16. lib. 1. Si igitur angulus HML comparatus cum angulo CHG non potest esse æqualis, neque minor, neque major, factâ hypothefi anguli MDL minoris quàm $H DG$, necessariâ consecutione conficitur angulum MDL non esse minorem angulo $H DG$.

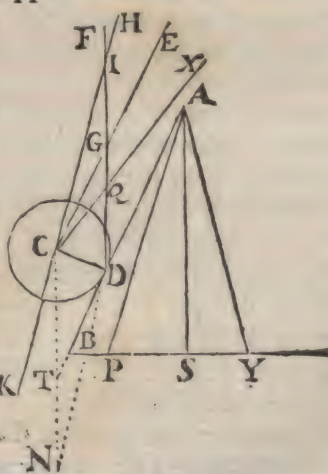
Cum itaque angulus MDL neque æqualis, neque minor sit angulo $H DG$, sequitur quod sit major: igitur & angulus infra basim MLH major est angulo HGC ; item angulus MHL major est quàm HCG ; ergo HML reliquus minor est reliquo CHG : at istis æquales lineæ HL , CG subtenduntur, igitur triangulum HML est in majore circulo, ac proinde angulo MLH majori, quàm CGH , etiam majus latus subtenditur: quapropter MH , hoc est SN , illi parallela & æqualis, major est quàm CH , hoc est RS : atque adeò ad majorem altitudinem elevatur per SN , quàm per RS factâ æquali tractione, seu æquali motu potentiæ trahentis. Ex quo & manifestum est pro majori obliquitate & recessu tractionis à parallelismo cum plano inclinato etiam trahenti difficultatem augeri.

Facile ex dictis colliges, quanto laboris compendio Romæ altioribus rotis instruantur birota (antiquis Cisia dicebantur) adeò ut unicus equus temoni applicitus, illumque subjecto plano proximè parallelum servans, dum clivum ascendit, ingentia pondera trahat, quibus sanè par non esset, si rotarum axis minùs à subjecto plano distaret, & equitractione esset obliqua sursum: quamvis, ut aliàs suo loco explicabitur, ipsa rotarum amplitudo plurimum conferat. Similiter in navium tractione, quæ
adverso

adverso flumine deducuntur fune absidi mali conjuncto, aliquid juvare funis longitudinem, ut scilicet minùs obliqua sit trachio, ex dictis confirmatur: quamvis enim tractiones in plano inclinato consideraverimus, ut gravium elevationem expendemus, aliquid etiam facit obliquitas tractionis in plano horizontali, cuiusmodi est aqua, cui navis innatat; pars siquidem demersa obstantem undam repellere debet; nec planè inutile est, secundum quam lineam dirigatur motus potentia trahentis, vi cuius impedimentum superandum est.

Haftenus nobis de tractione sermo fuit, quæ motum inferens non nisi spatiis, per quæ motus est, determinari potuit. Quoniam verò in obliquis tractionibus non eandem semper analogiam servari, quæ in parallelâ tractione eadem perpetuò est,prehendimus, inquirendum superest, quæ demum Ratio momentorum sit pro singulis obliquitatibus, ut constet, quibus viribus retineri possit, ne in proclive labatur pondus, etiamsi vires ad illud ulteriùs elevandum non suppetant. Quamquam autem pondera quasi molis expertia unico puncto expressimus in plano ipso inclinato, ut in 1. fig. hujus cap. re tamen verâ centrum gravitatis attendendum est, ut in 2. schemate, quod utique distat à plano, cui corpus grave incumbit: hujus verò distantiam nulla certior mensura definit, quàm linea ex eo cadens in subiectum planum ad angulos rectos, hæc quippe omnium brevissima est.

Sit igitur planum inclinatum *AB*, cui impositus globus centrum habet gravitatis *C*, & contingit planum in *D*; ac propterea etiam, quæ à centro ad contactum, ducitur recta *CD*, distantiam determinat, cum sit plano perpendicularis ex 18. lib. 3. Jam recta *CE* parallela plano ducatur, & sit linea suspensionis, quam claritatis gratiâ parallelam vocemus: & per *D* punctum, in quod cadit linea distantia centri gravitatis transeat perpendicularis horizonti linea *FD* quæ in *G* secat lineam *CE*. Constat trian-



gulum DGC simile esse triangulo BAS : quia enim GD parallela est lineæ AS pariter perpendiculari ad horizontem, anguli SAB , ADG alterni æquales sunt per 27. lib. 1. Et quoniam angulus CDA ex constructione est rectus, complementum CDG æquale est angulo complementi ABS ; anguli verò DCG , BSA sunt recti, hic quidem ex hypothefi, ille autem propter linearum CE , DA parallelismum: igitur reliquus CGD reliquo BAS æqualis est; ac propterea per 4. lib. 6. ut BA ad AS , ita DG ad GC . Quoniam itaque, si pondus in plano inclinato ad pondus in perpendiculari sit ut inclinata BA ad perpendicularem AS , eorum momenta æqualia sunt, & æquiponderant, etiam globus æqualia ad descendendum habet momenta, ac potentia habeat vires ad retinendum in parallelâ EC , si globi gravitas ad potentiam retinendum sit ut DG ad GC . Verum quidem est globum non per lineam FD , sed per CT à centro gravitatis perpendicularem horizonti deorsum niti: Sed quia CT ipsi FD parallela est, triangulum CTD triangulo DGC simile est & æquale; atque adeò parum interest, utrùm lineis DG , GC , an verò lineis CT , TD eadem Ratio exponatur.

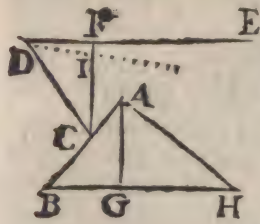
Sed jam retineatur globus per rectam CH ; utique perinde secundum eam directionem se habet, atque si esset planum HCK ; globus enim sustinetur per lineam DC , & retinetur ex H , ac proinde secundum rectâ HCK conatur deorsum eo situ: quamvis subjecti plani inclinatio obstaret, ne secundum rectam HCK procederet, si sibi dimitteretur, & aliâ atque aliâ plana constituerentur. Planum itaque illud HC declinat à perpendiculari, cum quâ constituit angulum CID æqualem externo KCT propter parallelismum perpendicularium FD , CT per 27. lib. 1. qui utique CID minor est externo CGD per 16. lib. 1. & quidem differentia anguli ICG per 32. lib. 1. Fiat ergo angulus BAP æqualis angulo CIG ; quia BAS ostensus est æqualis ipsi CGD , remanet PAS æqualis angulo ICG . Quare BPA externus æqualis est duobus internis, scilicet recto PSA , & acuto SAP , per 32. lib. 1. igitur idem angulus BPA æqualis est toti angulo DCI . Sunt itaque æquiangula & similia duo triangula BAP & DIC , atque per 4. lib. 6. ut BA ad AP , ita DI ad IC . Atqui pondera super BA & AP , quæ sint
ut

ut BA ad AP , æquponderant ex dictis cap. 13. ergo etiam æqualium momentorum est globus, & potentia retinens per HC , si globus ad potentiam sit ut DI ad IC , hoc est ut CN ad ND , si ex D intelligatur exire DN parallela ipsi HC .

Eadem ratione si linea obliqua, per quam globus retinetur, sit infra parallelam CE , ut si sit CX , ostendetur globi gravitatem ad potentiam retinentem esse ut DQ ad QC , est enim quasi planum inclinatum faciens cum perpendiculari angulum DQC majorem interno DGC , hoc est majorem angulo BAS illi æquali. Fiat igitur angulo DQC æqualis angulus BAZ : & quia ABZ æqualis est angulo CDQ , ut superius dictum est, triangula BAZ , DQC sunt æquiangula & similia, ac per 4. lib. 6. ut BA ad AX , ita DQ ad QC : ergo quia pondera super BA , & AZ , quæ sint in Ratione BA ad AZ , æquponderant, etiam globi & potentie retinentis momenta æqualia sunt, si fuerint ut DQ ad QC .

Hic autem tria observanda occurrunt. Primum est, quod Rationes prædictæ momentorum potentie retinentis comparate ad pondus idem, quamvis pro diversa obliquitate aliis atque aliis lineis explicentur DQ ad QC , & DG ad GC , DI ad IC , omnes tamen exponuntur comparate ad eandem BA in triangulo BAZ ; in quo ipsæ quoque inter se invicem comparari possunt. Secundum est, quod si obliquitas tam supra, quam infra parallelam CE æqualis sit, hoc est angulus ICG æqualis sit angulo GQC , momenta potentie retinentis in H & X æqualia sunt; inter se siquidem sunt ut AP , & AZ , quæ lineæ æquales sunt; nam anguli PAS , YAS æquales sunt ex hypothese, & constructione, anguli autem ad S sunt recti & latus AS est utrique triangulo commune; ergo etiam per 26. lib. 1. latera AP & AZ æqualia sunt. Tertium est, quod in lineâ CE parallelâ minus virium exigitur ad retinendum globum, quam in cæteris: nam & linea AS vires potentie representans omnium minima est, utpote perpendicularis.

Ex his & illud colligitur, quod si linea, secundum quam pondus retinetur in plano inclinato, sit parallela horizonti, eadem est philosophandi methodus. Si enim super plano inclinato AB sit pondus tangens in C , cujus gravitatis centrum sit D , & linea retentionis DE horizonti parallela, ducatur



CF perpendicularis horizonti; & Ratio ponderis ad vires retinentes erunt ut CF ad FD. Fiat enim angulus BAH æqualis angulo CFD, qui utique est rectus, cum DE ex hypothesi sit horizonti parallela, FC verò perpendicularis: ergo super AB, AH æquiponderant pondera, quæ sint ut AB ad AH; paria igitur sunt momenta, si pondus ad vires potentie retinentis in eadem Ratione sit ut AB ad AH, hoc est ut CF ad FD. Quia enim BAH angulus est rectus per 8. lib. 6. est ut BA ad AH, ita BG ad GA; est autem BG ad GA ut CF ad FD; quia nimirum FC perpendicularis horizonti est parallela ipsi AG, & anguli BAG, FCA alterni sunt æquales per 27. lib. 1. DCA verò est rectus ex hypothesi; igitur & DCF complementum recti æquale est angulo ABG: utrumque triangulum est rectangulum; ergo ut BG ad GA, ita CF ad FD.

Hinc apparet fieri posse, ut ad retinendum pondus in tali situ aliquando plus virium requiratur, quàm ad sustinendum illud in perpendiculari; quando videlicet ex inclinatione plani AB consequitur lineam CF minorem esse quàm FD: immò crescit retinendi difficultas, si adhuc retentio fiat per lineam inferiorem horizontali DE, quæ cum perpendiculari CF constituat angulum DIC obtusum; cum enim cresceret linea DI supra DF, & IC decresceret infra FC, esset minor Ratio ponderis in perpendiculari ad potentiam oblique retinentem, quæ proinde major esse deberet, ut fieret momentorum æqualitas.

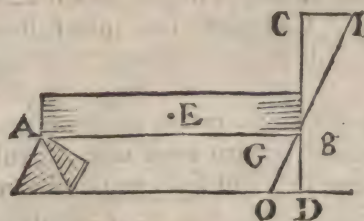
Concipe autem sublatum triangulum totum BAH, & DC esse columnam, quæ in eodem situ inclinata retineri debeat: jam satis constat ex dictis, quâ ratione disponi oporteat funes, ut qui funium extremitates tenent, minus laboris impendant. Non est tamen eadem funis retinentis, & fulcri sustentantis ratio: in supponendis enim fulcris illud potissimum attenditur, quòd fulcrum ipsum integrum permaneat, citrà scissionis aut fractionis periculum; id quod habetur, quò magis perpendiculari ad horizontem situi proximum collocatur; parùm scilicet interest,

interest, quanto conatu subjectam tellurem urgeat modò certissimus de fulcri ipsius firmitate. Cæterùm si tu ipse fustem manu tenens cogaris inclinatam columnam sustinere, punctum autem sustentationis, cui fulcrum applicatur, magis à subjecto plano distet, vel saltem non minùs, quàm centrum gravitatis columnæ, experieris minori conatu opus esse, si fulcrum axi columnæ perpendiculare sit, qui situs respondet retentioni parallelæ plano inclinato, majorem verò adhibendum esse conatum, si fulcrum cum eodem axe acutum aut obtusum angulum constituat; id quod obliquis elevationibus respondet.

Quòd si infra centrum gravitatis applicetur fulcrum, jam constat hoc ita esse collocandum, ut ei idem centrum immineat, alioquin aut columna corruet, aut multis viribus tibi contendendum erit, ut illam sustinentes à lapsu; si tamen ea sit complexio tùm inclinationis, tùm obicis columnæ pedem retinentis, ne excurrat, aut eleveur, tùm positionis fulcri, ut aliquatenus sustineri columna possit, ne prorsus ruat.

Sed quoniam hîc columnæ mentio incidit, præstat elevationes corporum, quæ non tota elevantur, sed eorum altera extremitas subjecto alicui fulcro aut plano innititur, altera elevatur aut suspenditur, considerare: neque enim hîc reputanda sunt momenta gravitatis perinde, ac si totum corpus elevaretur aut suspenderetur, quemadmodum paulò ante dicebatur; immò verè longè minora sunt pro ratione distantiae à centro gravitatis, ut ex inferiùs dicendis, ubi de æquilibrio, atque de vecte sermo erit, constabit. Cavendum autem plurimum est ab æquivocationibus, quæ obrepere possunt, nisi animum advertas ad gravitatem, sive per totam longitudinem, quæ movetur, aut ad motum incitari potest, diffusam, sive quasi in unum punctum ibi collectam, ubi elevans applicatur, ut in vecte, aut librâ; hinc enim non modica momentorum inæqualitas oritur. Nam si puncto applicationis respondeat centrum gravitatis, multò majores ad elevandum, aut suspendendum corpus requiruntur vires, quàm si centrum gravitatis à puncto applicationis aliquo intervallo sejungatur.

Hinc



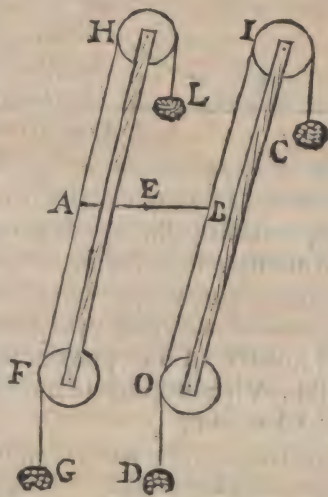
Hinc si sit prisma AB horizontaliter collocatum, ejusque extremitas A innitatur apici pyramidis, altera verò extremitas B suspendatur perpendiculari funiculo CB, vel sustentetur supposito ad perpendicularum fulcro DB, æqua-

liter res se habet, & pares requiruntur vires tam in suspendente CB, quam in sustentante DB: hæc tamen vires non pares esse debent toti ponderi prismatis; sed quia centrum gravitatis E ab utroque extremo æqualiter distare supponitur, semissis tantum gravitatis percipitur in B. Quod si in eodem horizontali situ retineatur prisma sive à suspendente obliquo IB, sive ab obliquo sustentante OB, utique retinentis, aut sustentantis vires æquipollere debent viribus retinentis aut sustentantis ad perpendicularum CB aut DB. Quemadmodum igitur pondera illa super BO & BD æquiponderant, quæ sunt ut BO ad BD, ita vires, quæ secundum easdem lineas ac directiones æqualem effectum præstare debent; in eadem Ratione BO ad BD esse oportet: Vires ergo retinentis BI obliqui ad vires retinentis CB ad perpendicularum sunt ut BO ad BD, hoc est, ductâ parallelâ CI, ut IB ad CB, propter triangulorum OBD, CBI similitudinem.

Ut autem non hæc perperam nos philosophari innotescat, finge sublatam ex A pyramidem, & constitutam in G ita, ut ex B ad perpendicularum dependeat pondus aliquod æquilibrium efficiens cum prisma: quo perpendiculari pondere sublato, ut prisma horizontale permaneat, certum est super plano inclinato BO requiri pondus, quod ad pondus perpendicularare ex BD, sit ut BO ad BD: igitur si loco ponderis applicentur secundum eandem rectam lineam BO vires alicujus viventis, à quo retineatur prisma in eodem situ horizontali, satis apparet conatum debere esse ut BO ad conatum, qui secundum perpendiculararem requireretur ut BD. Sicut itaque conatus deorsum trahens, cum fulcrum est in G citrà centrum gravitatis E, ex inclinatione lineæ, secundum quam fit, desumitur, ita etiam conatus suspendens IB, aut

aut sursum urgens OB, cum fulcrum est in A ultra centrum gravitatis E, desumendus est pariter ex inclinatione lineæ, secundum quam applicatur prismati, comparatè ad conatum perpendicularem CB, vel DB, habità semper ratione distantie fulcri à centro gravitatis.

Ne quid verò dubitationis superfit, utrùm OB deorsum, & IB sursum trahentium pares sint vires secundum eandem rectam lineam OI, sint rotulæ duæ H & F circa suum axem versatiles infixæ extremitatibus regulæ, aut tigilli, & ex funiculo rotularum cavitatibus inserto dependeant æqualia pondera L & G. Hæc pondera sibi vicissim æquiponderare manifestum est, quemcumque tandem situm sive perpendicularem, sive inclinatum, habeat regula, aut tigillus, cui rotulæ infixæ sunt. Sit libræ jugum AB æqualiter in E divisum, circa quod punctum stabile moveri queat, & in A adnectatur funiculo HF: ex B autem dependeat pondus D æquale ponderi G, sed ita obliquè dispositum, ut linea BO parallela sit lineæ AF. Submove pondus L, remanent G & D, quorum neutrum prævalere potest; sunt enim æqualia inter se, & per lineas similiter inclinatæ AF, BO agunt. Repone pondus L, & amove pondus G, item removeatur pondus D, & sursum ponatur æquale C; aio libræ jugum AB adhuc retinere eundem situm; quia scilicet pondera C & D vicissim æquiponderabant, sicut etiam G & L: igitur quantum virium habebat pondus D ad æquiponderandum ipsi G, tantumdem virium habet pondus C ad æquiponderandum ponderi L, hoc est eidem ponderi G. Sive igitur in superiori schemate considerentur vires deorsum trahentes aut sustentantes OB, sive retinentes IB, perinde est, & æqualium momentorum censendæ sunt.



Q

Quòd si in gradibus data sit inclinatio prismatis, & funiculi obliquè suspendentis declinatio à perpendiculo, statim ex tabulis Sinuum, aut etiam Secantium, apparebit Ratio quæ sita linearum: angulus enim, quem perpendicularis ad axem facit cum perpendiculari ad Horizontem, æqualis est angulo inclinationis prismatis; angulo siquidem BAE inclinationis prismatis, æqualis est angulus EBH per 8. lib. 6. ac propterea etiam ex 15. lib. 1. qui illi est ad verticem DBF . Hinc si inclinationis angulus sit gr. 36. DB ad BF erit ut Radius ad Secantem gr. 36. vel ut Sinus gr. 54. complementi gr. 36. ad Radium. At angulus, quem facit linea obliquæ suspensionis cum perpendiculari ad horizontem transeunte per prismatis punctum; in quo suspenditur; est æqualis angulo, quem eadem suspensionis linea facit cum perpendiculo transeunte per aliud extremum ejusdem lineæ suspensionis, cui applicatur potentia retinens: duæ enim perpendiculares prædictæ sunt inter se parallelæ, & linea suspensionis in eas incidens alternos angulos facit æquales per 27. lib. 1. Si igitur GB à suo perpendiculo, quod ex G in horizontem cadat, declinat gr. 25. etiam FBG est gr. 25. Totus igitur angulus DBG est aggregatum anguli inclinationis prismatis, & anguli declinationis funiculi suspendentis: igitur DBG est gr. 61, & posita DB ut Radius, erit BG Secans gr. 61. Vel si comparanda sit BG cum BF , qui angulus $GF B$ externus per 31. lib. 1. æqualis est duobus internis oppositis trianguli DBF , erit $GF B$ gr. 126; at FBG est gr. 25, igitur $FG B$ est gr. 29. Quare BF ad BG est ut Sinus gr. 29. ad Sinum gr. 126, hoc est supplementi gr. 54.

Apparet ex his primò minimas vires exerceri, si linea retentionis cadat ad perpendiculum in axem corporis elevati cum inclinatione; quia scilicet cum in D sit angulus rectus, recta BD est omnium linearum ex B puncto exeuntium, & in rectam DG cadentium minima: quò autem major fuerit obliquitas, eò etiam majores vires requiri, quia longiores sunt Secantes angulorum majorum in B posito Radio BD .

Secundò fieri potest, ut paræ vires requirantur, si linea retentionis faciat cum axe corporis elevati angulum acutum, ac si faciat cum eodem angulum obtusum, ut si fuerit recta MB ; ipsa enim pariter opponitur angulo recto $BD M$, ac proinde

Q 2

edò major est quàm recta BD , quò fuerit major angulus MBD , qui potest esse æqualis angulo DBF , vel DBG ; quo casu etiam ipsa BM æqualis erit ipsi BF aut BG . Ex quo ulterius sequitur, si à retinente obliquè fiat tractio elevando magis ac magis prisma sic inclinaturn, mutari subinde momenta: hoc tamen intercedit discrimen, quod trahentis linea initio applicata, ut angulum faciat acutum cum axe prismatis, in ipsâ tractione semper majorem facit cum ipso axe angulum, donec veniat ad angulum rectum constituendum, ut si MB traheretur, donec coincidat cum DB , quæ pariter moveri intelligatur: contrà verò trahentis linea applicata, ut cum axe faciat angulum obtusum, in ipsâ tractione magis adhuc obtusum angulum constituit, donec tractionis linea (si tamen fieri id possit) in unam rectam lineam cum axe prismatis conveniat. Quare in primâ illâ tractione minuitur conatus, in hac secundâ augetur.



MECHA



MECHANICORUM

LIBER SECUNDUS.

De causis motus Machinalis.

IN NOTUIT, opinor, quantum ad præsens institutum satis esse possit, centrum gravitatis ex iis, quæ libro superiore dicta sunt: nunc propius ad ipsam machinalem scientiam accedendum, quam Mechanicam dicimus. Hæc Geometriæ subijcitur; neque enim, ut illa, puram corporum quantitatem molisque extensionem abstractè considerat, sed quatenus gravitati illigatam aut levitati; nihil tamen sollicita de ipsâ corporum materie, aureâne sit, an lapidea. Quamvis autem ea quoque Statices pars, quam Hydrostaticen indigitamus, se pariter in corporum gravitate considerandâ exerceat, aliam tamen sibi contemplationem assumit; motum siquidem corporum singulorum naturæ congruentem, pro humorum, in quos incurrunt, diversitate, potissimum speculatur: Mechanice verò eatenus solum ingentam corporibus propensionem in motum aut quietem explorat, ut earum facultati perspectæ vim possit opportunâ instrumentorum machinatione inferre. Quapropter ut certâ methodo machinas oneribus movendis pares construere valeamus, motus machinalis causas antè cognitâs habere necesse est, quàm machinas ipsâs aggrediamur. His porro jactis fundamentis operosum non erit inædificare, & machinarum singularum vires, sive simplices illæ sint, sive compositæ, exponere: adeò ut iis ritè intellectis, quæ hoc secundo libro disputabuntur, vix quicquam in reliquo opere supersit difficultatis.

Q. 3

CAPUT I.

Quem ad finem Machinae instruuntur.

FInis, quò demum unaquæque actio refertur, primus animo concipitur, præstituiturque, & idonea ad agendum subsidia, quæ deligenda sunt, moderatur. Hinc ille primus nobis in hac contemplatione occurrit; quem scilicet ad finem machinae instituantur, instruanturque, considerandum; ut ad hanc quasi regulam cæteræ causæ dirigantur, & formentur. Fortè dixerit quispiam magnificè, eo consilio machinas à nobis excogitatas, ut naturam arte vincamus; quemadmodum enim scribit Antipho Poëta apud Aristotelem in quæst. Mechan. sub initium, *τέχνη κρατούμεν, ὥν φύσει νικώμεθα*. Sed hic planissimè philosophandi locus est, non gloriandi insolentiùs. Quare fatendum est apertè, adhiberi machinas in subsidium infirmitatis; ut quod virium imbecillitas onus loco movere, aut omnino, aut nisi ægerrimè sola nequiret, illud demum facile, quò libuerit, aut trahat, aut impellat, aut etiam expellat quantumvis reluctans, si machina accedat.

Dupliciter autem insita corporibus gravitas obsistit moventi, si ab alio in alium locum transferenda fuerit: disparibus enim momentis mora inferitur motui, si hic fluido in corpore ac sequaci, puta in aëre aut aquâ, perficiatur, ac si suprà solidam consistentemque planitiem raptetur moles, sive Horizonti parallela jaceat planities, sive molli aut arduâ inclinatione erigatur in clivum. Et quidem si solidum in corpus non incumbat onus, sed in aëre suspensum pendeat, ac sursum trahere oporteat, certos ad calculos revocari gravitatis momenta poterunt, quibus machina proportionem respondeat: nam quamvis aër aëri præstet tenuitate, non ea tamen est in levitatibus differentia, ut hinc in gravium corporum momentis dissimilitudo notabilis oriatur. Quare sicut laboretur turpiter, qui machinam saxo ab imo mari ad summam superficiem elevando parem instrueret, si nullâ factâ virium accessione illud in aërem extrahi posse sibi persuadere

persuaderet; ita nimis exiguè & exiliter ad calculos revocaret aërem, qui pro dispari ejus levitate modum machinæ statueret; in materiâ etenim, ex quâ machina componitur, nullus est huic minutæ subtilitati locus, quæ aciem omnem fugit, nisi cum veritas in disputatione limatur. Ad quod de eâ pariter gravitationis inæqualitate dictum velim, quæ ex inæquali a centro gravium distantia ortum habet, ut lib. 1. cap. 4. disputatum est: Quia in tantulo Spatio, in quo nos labor noster exercet, illa momentorum exuperantia sub sensum non cadit. Quo circa fati superque habemus, quod moventis vires ac molis movendæ pondus reputantes ita inter se conferamus, ut virium imbecillitas adhibitâ machinâ convalescat, & repugnantî oneris gravitati non resistat modò, sed & præstare possit, nullâ aut loci aut aëris habitâ ratione.

Verùm quàm facile est corporis gravitatem cum ex materiæ specie, tum ex molis magnitudine investigare; tam multis difficultatibus impedita res est, si examinandum sit, quantum ex mutuo corporum se contingentium tritu retardetur motus: non enim quisquis pendulum in aëre majoris campanæ malleum potestâ pèrpendiculo dimovere, earum est virium, ut illum pariter in terrâ jacentem propellere valeat: & decennis puer arrepto fune illigatam cymbam, modicè fluctuante salo, ad se trahit; quam vix, aut ne vix quidem, robustioris lacerti vir dimoveat, ubi arenoso vado infederit: cum tamen eadem aut lignæ cymbæ aut ferreo malleo gravitas innata permaneat. Est autem tum subjecti corporis consistentis, tum impositi oneris movendi superficies spectanda, quatenus se coaptant: Nam si lapideum globum pondo 100 in planitie constitutum non rotare modo, sed & rectâ urgere possis, non itidem cubum pondere parem & materiâ similem æquali facilitate urgebis; quia scilicet globus tenuissimâ sui parte suppositam planitiem contingens minus invenit impedimenti ex proximè subjecti corporis asperitate, quæ prominulas impositi globi particulas remoretur; at cubus longè pluribus sui partibus plano adhæret, atque adeò multiplicatâ partium hujus in illius partes incurrentium resistentiâ, augeri quoque movendi difficultatē necesse est. Quoniam verò obtineri nequit, ut corporum se contingentium superficies sint continuo lævore lubricæ, earum autem asperitates

asperitates anomalæ sunt ac multiformes, resistentia indè proveniens sub certam legem non cadit; sed quantum conjecturâ assequi valemus, illa potius ex antiquis experimentis æstimanda videtur, quàm mathematicis ratiocinationibus indaganda. In hoc uno nimirum facem præferre potest Geometria, ut si reliqua prorsus paria sint, nec alia sit quàm molis aut figuræ dissimilitudo, quantum ex hoc capite movendi difficultas augeatur, minuaturve, innotescat: cæterum plenè atque perfectè explicare, quantum resistentiæ ex asperarum superficialium conflictione oriatur, quis nisi temerè conetur?

Posteriori huic malo, quod superficialium aliqua asperitas creat, occurritur, si pingui sequacique materiâ oblitæ lubricæ fiant: Sic Automatis, rotarum se se mutuâ collabellatione mordentium conversione, horas indicantibus velocitas conciliatur, si quis denticulos oleo leviter perungat: sic plaustrorum tarditatem, equorumque laborem, ut imminuant aurigæ, axes rotarumque modiolos axungia illinunt; & camentarij majora saxa attollentes, trochleæ orbiculis sapone perfrictis, quærunt laboris compendium. Hinc Amstelodami passim observatur lubricas fieri trahas ceruifiæ doliis, similive pondere, onustas; cum enim equus non procul abest à ponte, in quem ascendendum est, is, qui equum agit, centonem unguine delibutum curreniti trahæ substernit, ut expressus ex centone pinguis humor inficiat duo illa longiora tigna, quibus traha insistit, ac proinde lubrica machina faciliùs raptetur per vias lateribus stratas. Sic Dio lib. 50. de Augusto loquens. *Audi vi cum trimes ex mari exteriori per murum in sinum transfuisse, & loco Palangum, per quos ducerentur, tergoribus animalium recens casorum oleo inunctis usum*, Et Silius Ital. lib. 13. v. 444.

Lubrica roboreis aderant substramina plaustris,

Atque recens castergo prolapsa juvenci,

Æquoream rota ducebat per gramina puppim.

Verum nec frequens esse potest, nec commodum, remedium hoc ex pingui liquore petitum; illud certius erit ad imminuendam moram ex tritu corporum ortam, quod ea se invicem quàm minimùm contingant. Quoniam verò deducendi oneris superficiem amplam mutare sæpè nequimus, aut illud raptandum trahæ imponimus, quæ non nisi tigillis duobus lævigatis

tis subjectam planitiem tangit; aut in plaustrum injicimus, cuius rotæ solum calcantes dum convertuntur, axem tantummodo terunt, compendio sanè mirabili; nam dum rotæ modiolus axem semel terit, pedes circiter viginti provehitur onus, aut demum sublato corporum mutuo tritu cylindros, vel scytalas illi subjicimus, ut nihil noceat soli asperitas, nisi quatenus hæc cylindrorum vel scytalarum conversionem remoratur.

Huc spectat id, quod non sine voluptate observare aliquando contigit Bononiæ. Tres erant viri nec admodum robusti, qui ut aliquot ingentes saccos farinâ plenos in domum inferrent, paratum habuerunt axem binis rotulis circiter sesquipalmaribus instructum; axi jungebatur crassiusculus temo saccorum longitudinem vix superans. Erecto sacco machinulam applicabant, tùm saccum pariter cum temone reclinabant, & ne temoni incumbens juxtâ longitudinem saccus in alterutram partem inclinaretur, duo hinc & hinc retinebant pariter, ac propellebant, ut tertium arrepto temone trahentem labore levarent: Hâc ratione alium atque alium saccum tenuissimo labore in domum importarunt; erectoque iterum temone delapsus est ex machinulâ saccus, stetitque erectus.

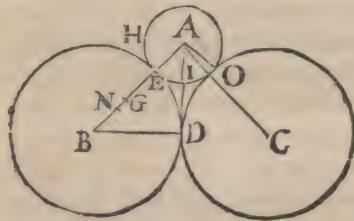
Ex his itaque constat in machinâ instruendâ non solum ingentæ corpori movendo gravitatis rationem habendam esse; sed & plani, super quo illud deducendum est, jacens-ne sit? an erectum? læve, an asperum? amplâ, an tenui superficie contingat? hinc si quidem varia resistentiæ momenta exurgunt. Illud tamen plerumque contingit, quod si attollendo ad perpendiculum oneri par fuerit machina, illa pariter sufficiat ad onus idem super plano horizontali, aut inclinato deducendum: vix enim fieri potest (nisi summa sit superficierum se contingentium asperitas) ut quantum resistentiæ demitur à plano sustinente, tantumdem addatur ex mutuo prominentium particularum conflictu.

Quamquam & ipsa asperitas facit aliquod laboris compendium: nam licet continens ac perpetuus non sit motus, sed alternâ quiete interruptus super arduo clivo, modico tamen conatu prohibetur moles, ne prolapsa sisipheum creet laborem; quia aspera superficies motui obfistens efficit ne corporis gravitas deorsum conetur pro plani inclinatione. Satis igitur fuerit

R

absolutæ oneris gravitati machinam ita respondere, ut illi ad
perpendicularum sustollendo cæteroque impares vires sufficiant:
qui enim valuerit, adhibitâ machinâ, molem attollere, poterit
illam pariter, ejusdem machinæ ope, in plano quocunque tra-
here aut propellere; si maximè cylindri aut rotæ ei subji-
ciantur.

Hic autem fortè nec à præfenti instituto alienum, nec lecto-
ri injucundum accidat, si quæ, aliquando comminisci placuit,
subjiciam, cum narrantem quendam audirem de campanâ in-
gentis ponderis facillimè agitâtâ subjectis æneis rotulis, quæ
demum longo ævo confectæ dissipatæ fuere; sed quonam artifi-
cio, quóve ordine dispositæ fuissent, enarrare omninò non
poterat. Quare mecum ipse reputans, quâ fieri id potuisset, in
eam incidi sententiam, ut existimarem gravissimam campanam
potuisse facile pulsari, imminutâ resistentiâ, quæ oritur ex mu-



tuo fulcri, & axis tritu. Sint enim binæ rotulæ B & C ex ære solido, quarum diameter sit in aliquâ Ratione multiplici ad diametrum axis, cui campana innititur. Axis autem semidiameter sit A E, rotulæ verò B E in ratione duplâ; ergo

& periphæriæ sunt in eâdem Ratione : dum igitur punctum I in H perficit quadrantem, convertit pariter rotulam; cujus periphæriæ semiquadranti coæquatur. Quare si rotula infixa esse axi, cujus semidiameter BG esset æqualis semidiametro AE, fieret affrictus cum octante periphæriæ axis rotulæ B; sed quia etiam in rotulâ C fieret æqualis affrictus cum ejusdem axæ, jam nihil ferè emolumenti haberetur, quia totus affrictus æquè esset, ac si quadrans EO in fulcro stabili & cavo converteretur. & potiùs laboris in agitandâ campanâ compendium esset, si rotulæ fixæ hærent, axis si quidem cylindricus cum sit, subjectas rotulas in lineâ tangeret modico scilicet tritu; rotularum autem axes concavis earum partibus congruunt in superficie, quæ teritur, dum rotulæ convertuntur: nisi fortè cylindrica axis BG superficies convexa paulò minor esset concavâ rotulæ superficie, exque propterea secundùm lineam se contingerent,

rent, ut ex 13. lib. 3. facile est demonstrare; id quod nec raro contingit.

Verum non est necesse rotulis B & C tam solidos axes dare; nam si axis A E toti campanæ oneri ferendo par est, bini æquales axes duplici ponderi resistunt: satis igitur esset, si axes singuli B & C, oneris semissem sustinerent. Cum verò cylindrorum resistentiæ, ne frangantur, sint in triplicatâ Ratione suarum diametrorum, sufficeret inter semidiametrum A E, & ejus semissem duas medias proportionem continuâ reperire, quæ enim proximè minor esset ipsâ A E, esset sufficiens semidiameter cylindri subduplam habentis soliditatem ac resistentiam. Sed adhuc minor requiritur semidiameter, quia onus axes rotularum B & C obliquè premit; ex quo fit campanæ gravitationem in axes illos esse secundum lineas A B, A C, non autem juxta perpendiculum A D: igitur ut A D ad A B, ita reciprocè gravitatio super A B ad gravitationem super A D: atqui gravitatio in alterutrum axium, ut summum subdupla est totius gravitationis; ergo gravitatio super B A minor est subduplâ. Quæ autem Ratione minor sit constat. Cum enim detur tum semidiameter A E, tum etiam B E, nota est tota B A, & B D, pariter, ipsi B E æqualis, nota est; igitur ex 47 lib. 1. etiam A D innotescit, cujus scilicet quadratum habetur, si ex B A quadrato dematur quadratum B D.

Cum itaque, ex hypothesi, B A sit 3, cujus quadratum 9, & B D 2, cujus quadratum 4, remanet quadratum 5, ejusque Radix 2. 23'. est recta D A: gravitatio igitur super B A ad totam campanæ super utrumque axem B, & C, gravitationem est 223' ad 600". Quoniam verò solidorum similium resistentia est in triplicatâ Ratione laterum homologorum (in cylindris autem diametrorum ratio habetur) quærantur duo medij proportionales numeri inter 600" & 223". Id quod assequeris, si cujuslibet extremi quadratum ducas in alium extremum, producti enim Radix cubica est terminus proximus illi numero, cujus quadratum assumpsisti. Primi igitur 600 quadratum 360000 duc in 223, & producti 80280000, Radix cubica est 431 $\frac{1}{2}$ proximè: alterius verò extremi 223 quadratum 49729 ductum in 600 dat 29837400, cujus Radix cubica 310 proximè est alter medius. Sunt igitur quatuor numeri 600. 431 $\frac{1}{2}$.

R 2

310. 223 continuè proportionales proximè, spretis fractiunculis. Quare si fiat ut 600' ad 431", ita semidiameter AE ad BN, erit hæc semidiameter quæ sita sufficienter resistens.

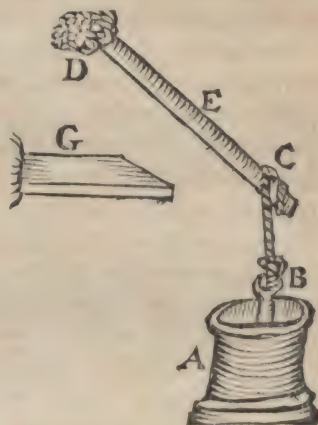
Quoniam itaque BE dupla est ipsius AE, & AE ad BN facta est ut 600 ad 431, erit BE ad BN ut 1200 ad 431; & secundum hanc eandem Rationem se habebunt semiquadrantes ab illis descripti. Atqui octans peripheriæ ex Radio BE æqualis est quadranti ex Radio AE; igitur quadrans EO ad semiquadrantem ex Radio BN est pariter ut 1200 ad 431: Qui igitur affrictus axis campanæ cum fulcro stabili & cavo esset 1200, rotulæ B cum suo axe est 431, cui æqualis est alterius rotulæ C affrictus cum suo axe; ac proinde subjectis rotulis, quarum diameter sit tantum dupla diametri axis campanæ, affrictus est ut 862, ad affrictum qui esset ut 1200. Si itaque rotularum diameter ad campanæ axem non tantum dupla, sed vel tripla, vel quadrupla sit, multò minor erit affrictus, majorque in agitando campanâ facilitas.

Quamvis autem istâ consimilivè diligentia industriæque plurimum imminui possit particularum conflictus, quæ se vicissim terentes moram atque impedimentum motui inferrent; non illa tamen ex eo propriè verèque dicitur motio machinalis, quòd instrumento atque apparatu aliquo perficiatur, nisi, spectatâ dumtaxat oneris gravitate, potentia illi movendo cæteroqui impar, subsidium sibi comparet ex machinâ. Machina autem non idem est, si plenè atque perfectè interpretari velis, ac instrumentum; licet enim machina omnis instrumentum sit, non tamen instrumentum quodlibet machinæ vocabulum continuo fortitur, si motionem aliquatenus juvet; sed illud præterea efficiat necesse est, quod ejus ope naturalem ac insitam vim corporis loco dimovendi superet vis minor extrinsecus adhibita. Cum ergo onus hære in salebrâ, non ex insitâ vi, sed ex proximi etiam atque continentis corporis asperitate proveniat, & instrumenta, quibus hoc tantummodo impedimentum tollitur, idem planè efficiant, quod pinguis humor lubricum parans iter; neque hæc machinæ magis dici possunt, quàm centones unguine delibuti, si ritè substernantur, neque motus propterea inter machinales numerandus videtur, quorum hîc causas vestigare nobis propositum est. Quamquam negandum non sit hæc pariter

ter ad mechanicam contemplationem pertinere; quippe quæ machinis, præcipuo nimirum mechanices scopo, affinia sunt; etiam si ad illas non velut subjectæ partes ad genus revocentur: & instrumentis hujusmodi si machinæ appellationem tribuere placuerit, non admodum de nomine disputabo; res enim hîc spectatur, non verba penduntur.

Sed neque hîc disputare velim, utrûm in motuum machinalium censum irrepant, an verò iis ritè annumerandi sint motus illi, quos sursum deorsum, ultrò citròque perficiendos eatenus expedire, nec exiguo laboris compendio, molimur, quatenus eos intervallis ita distinguamus, ut nos quidem corpus deprimamus, ut adducamus, ab alio verò extollatur, aut reducatur: in his siquidem sæpè nihil est, quod nostram imminuat operam, si motiones singulæ attendantur; quamquam motui universo adjumentum importat continens illa conatûs nostri, alienique subsidij, vicissitudo. Hinc si quis

ad contundendam in æneo mortario A contumacem aliquam materiam graviore pistillo ferreo opus habeat, haud dubium quin ei multâ lacertorum vi contendendum sit, ut illum extollat; cumque operosius multo sit inflexum corpus erigere, quàm erectum inclinare, multòque molestius brachia tanto pondere prægravata attollere, quàm eorum gravitati obsecundando deprimere, satis constat, quantum sibi laboris detractum eat, si superiore in loco transversum tigillum



CD circa axem E versatilem statuat, paribûsque intervallis hinc ex C pendeat funis suspensus pistillus B, hinc verò in D plumbea massa adnectatur, quâ ita pistillus præponderetur, ut, nemine hunc retinente aut deprimente, illa aliquanto gravior in subjectum prodeuntis è pariete tigni caput G recidens sponte subsidat. Omnis scilicet extollendi pistilli labore sublato, vel solum brachiorum pondus pistillo additum satis esse aliquando poterit ad leviuscule tundendam materiam, licebitque

R 3

modò contento, modò remissò conatu opus urgere. Id quod pariter continget, si operâ unâ opus duplex efficere placuerit, nam si ex D plumbeæ massæ loco alius pendeat æque, ac plumbum, gravis pistillus, pondere præpollens elevabit pistillum B, aliâque vicissim in altero subjecto mortario conteret materiam sponte suâ cadens: cumque pistillorum gravitates non admodum inter se dispares sint, neque multum laboris eum subire necesse erit, cui pistillum B deprimendi munus incumbit.

Quâ in re, si motus universus ita tribuatur in partes, ut turgentis quidem motiones singulæ seorsim spectentur, non ille profectò se juvari sentit, quippe quem, præter vires ad comminuendam materiam necessarias, conatum quoque adhibere oportet ad vincendam præponderantis plumbi, aut pistilli gravitatem. Caterùm si totius motûs, qui Ars pariter constat ac Thefi, habeatur ratio, inficiari nemo poterit, minus multo laboris impendi, quàm si hæc omnia sublata intelligantur. Quare nec incongruum prorsus videatur motûs machinalis vocabulum, cum versatilis tigillus CD ad libræ Rationes manifestò revocetur, quam certè ex machinarum albo nemo expungit, nisi qui solas quinque facultates, & quæ ex his componuntur, machinas indigere voluerit, & libram ad vectem referri posse pernegarit.

Nec dissimilis ineunda videtur dicendi ratio, si quid alternis ciendum motibus sic disponitur, ut, cum primùm quidem moveatur, corpus aliud vi flectatur, quod postmodum facultate elasticâ, se restituens illud vicissim moveat; quemadmodum passim in eorum officinis videre est, qui rudes arborum, aut elephantini dentis particulas in toreumata elaborant: primùm enim artifex pede subjectum vectem premens, toreuma in gyrum ducit, hastulâque superiore in loco positam pariter inflectit; quæ sibi mox suam reparans rectitudinem, funiculumque cylindro versatili circumplicatum retrahens, illud iterum sua per vestigia versat, ut accuratè exquisitèque tornetur. Sic aliquid subtiliter ac delicatè secturus, ut ferrulam rectâ adducas, reducâque, operæ tantùm semissim tibi reservans, arcum intentum ex adverso statuito, ac medio nervo ferrulam alligato; hac enim adductâ magis flectetur arcus, qui se se mox restituens illam vicissim reducet.

Hæc

Hæc sanè laboris in movendo compendia ex elasmate, vel ex antisfomate petita, quemadmodum & ea, quæ mutuum corporum tritum atque conflictum minuunt, ut pote Mechanico artificio constituta, eundemque in finem ac machinæ, quibus hoc nomen præcipuè tribuitur, videlicet in infirmæ potentiæ subsidium excogitata, esto illis primas deferant, non tamen omninò rejicerem, si in machinarum censu prodirent, iisque se peterent adscribi. Triplicem enim in speciem tribui posse videtur universum machinarum genus: Prima eas complectitur facultates, quarum ope motui facilitas conciliatur, quocumque tandem ex capite sive tantummodo ex insitâ in corporibus gravitate, sive non ex eâ dumtaxat, sed ex partium asperitate movendi difficultas consurgat. Altera est, quæ mutuam quidem corporum se contingentium conflictionem miruit, sed ad vincendam oneris gravitatem ipsi potentiæ momenta non addit. Tertia demùm eatenus per se, quia talis est, moventem juvat, quatenus ejus operam alternam efficit, cum tamen neque gravitatem vincat, neque quod ex partium tritu impedimentum oritur, extenuet, nisi cum alterutra, aut utraque superiori specie, amico fœdere copuletur. Alternam autem operam appello, cum in motu ex duplici motione composito alterutram efficit potentia, sive illæ sibi invicem adversantes succedant, ut *Artis ac Thesis, Adductio atque Reductio*, sive in unam temperentur, ut cum premere simul oportet ac agitare: sic plana vitra expolientes in specula, inter ipsa, & lacunar bacillum inflectunt, qui se restituere tentans vi elasticâ, speculum validè, quantum opus est, admoveri atque applicat ad subjectum planum, adeò ut ad artificem à pressu immunem nil aliud spectet, quàm speculum urgere, retrahere, contorquere. Verùm tamen de his omnibus in hac tractione passim se offeret dicendi locus, primus tamen disputationis nostræ scopus erit prima illa species, ipsæ nimirum facultates, quarum potissimum momenta expendimus, cum motûs machinalis causas inquirimus.

CAPUT II.

Impetûs motum proximè efficientis natura explicatur.

Quicquid movetur, qualecumque est, causam habeat moventem necesse est, ut hoc quidem sponte suâ, illud verò alienâ vi ex alio in alium locum migret. Suapte ingenio moventur tùm corpora gravia aut levia, ut si extrâ præscriptum sibi à naturâ locum constituta fuerint, suo quæque ordine disponantur; tùm rara aut densa, ut si per vim hæc extenuata fuerint, illa concreverint, naturæ statum sibi reparent; tùm animantia, quibus cum à naturâ tributum sit, ut se, vitam, corpusque tueantur, stimulos admovet appetitus, ut ea declinent, quæ nocitura videantur, omniaque, quæ sint ad vivendum necessaria, acquirant, & parent. Vi extrinsecus impressâ locum mutant, quæcumque in motu non serviunt naturæ, sed alieno reguntur arbitrio; ut iis contingit, quæ raptantur, pelluntur, in gyrum ducuntur, projiciuntur, & hujus generis motibus cientur.

Quoniam verò gravium; & levium celeritatem naturâ urgente incitari, jaculorum autem, ac missilium, motum usque eò sensim languescere, ut planè deficiat, observamus; etiamsi moventi naturæ, quæ ex Philosophi decretis substantia est, motûs originem ultimam tribuamus, jure tamen optimo aliquid naturæ ipsi ac motui, interjectum agnoscimus (Impetum nominamus) cujus intentionem ac remissionem velocitas ac tarditas consequatur. Cum enim eadem descendens lapidis natura perseveret, nec illa in suâ potestate sit, aut optione delatâ, ut eligat utrum velit, motum arbitrio suo incitare, aut remittere valeat; qui fieri possit, ut descendens velocitatem augeat, nisi ei, quem primùm produxit, alium atque alium momentis singulis impetum adjiciat? Illud certè extrâ omnem controversiam positum videtur, naturam gravem sponte suâ non aascendere:

dere: quid ergo illud est, quod eburneum globulum in sub-
jectam rupem delapsum resilire cogit, aut sibi relictum plum-
bum ex fune suspensum ultrà perpendiculum, naturâ repugnan-
te, sursum provehit, & eò quidem altiùs, quò ex altiore loco
globulus aut plumbum deciderunt? nisi quia conceptus naturâ
procurante impetus pergit motum efficere, ipsâ etiam naturâ
quantum potest, obsistente. Quòd si corpus alienâ vi longiùs
emissum moveatur, extrinsecùs impetum imprimi necesse est:
quem sanè non concipit, ubi primùm à projiciente sejunctum
fuerit; nihil enim prodesset ad longiorem lapidis jactum fun-
dam iterum ac tertio circumducere, nisi alium atque alium im-
petum lapis conciperet, quandiù funditori adhærens unâ cum
ipso moveretur.

Quæcumque igitur moventur, impetum habent, quo fern-
tur; cui satis probabili conjecturâ, proxima vis motum efficien-
di tribuenda videtur. Id quod in projectis quidem, iisque om-
nibus, quæ naturâ repugnante moventur, ita manifestum est,
ut id pluribus demonstrare non oporteat; nulla siquidem adest
insita motûs causâ; ab impetu igitur illo extrinsecùs impresso
motum effici necesse est. At in cæteris, quibus se movendi
principium inest, nemo jure negaverit aut in motu impetum
acquiri, aut velocitatis incrementum ex impetus accessione ori-
ri: quî enim fieret, ut excurrentes objectam fossam ampliore
saltu transilirent faciliùs, quàm nullo præcedente cursu, si in
cursu ipso conceptus impetus non augeretur? Jam verò si se-
cundo temporis momento incitatur magis motus, quàm primo,
urgente scilicet etiam impetu, quem corpus priore motu acqui-
sivit; hic utique impetus, quem nunc gignere non potest
prior motus, cum perierit, extitit pariter cum priore motu;
natura igitur movens priore momento & motum effecit & im-
petum. Atqui impetum ex eorum saltem genere esse, quæ mo-
tum efficiant, constat ex velociore motu posterioribus momen-
tis, naturâ profus immutatâ, factoque impetûs incremento;
contrâ verò motu, quâ motus est, impetum non augeri satis
inducunt missilia, quorum velocitas, dum moventur, sensim
elanguescit. Igitur & priore illo temporis momento non mo-
tus impetum; sed impetus motum proximè effecit; impetum
autem procreavit innata movendi vis; cui id circo motu tri-

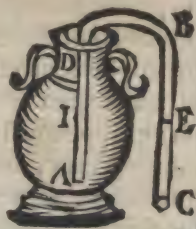
buitur, quia id illa gignit, quod proximè motus consequitur, & ad motum efficiendum natura destinavit. Quid? quòd motui per se, quia ex alio in alium locum continuata migratio est, efficientiam agrè tribuere possumus: quippe qui, cum in fluxione consistat, ita ut locus loco, seu potius, ut scholæ loquuntur, Ubicatio Ubicationi, priori scilicet pereunti succedat posterior æquè fugax, inferioris notæ censendus est quàm impetus naturâ suâ aliquandiù permanens: labentia enim stantibus deteriora esse, cæteris paribus, quis neget? effectum autem causâ præstabiliorem esse non posse ipsa originis notio suadet, ne quid effectus habeat, quod non acceperit, aut aliquid causâ dederit, quo ipsa careret. Non igitur impetum motus, sed motum impetus efficit.

Porro cum definitas ad agendum vires unaquæque causâ obtineat, certa est impetûs mensura, quæ cum innatâ movendæ facultate ita adæquatur, ut eo quasi termino circumscripta censenda sit potentia movens, nec unquam validiore conatu possit se ipsa urgere; si tamen omnem impetum antecedente motu assumptum mente secernas. Et quidem omne animal (quippe cui inest appetitio & declinatio naturalis ejus, quod naturæ accommodatum est, aut insensum) non semper universam illam impetûs mensuram exequitur, sed ut vult, ita utitur motui sui corporis, quem aucto aut diminuto impetu modò intendit, modò remittit, pro ut interiore motu, rerumque appetitu simulatur. Contrà verò inanimatum non suo arbitrio motûs intentionem moderatur, sed naturæ juribus obsequens nihil prætermittit impetûs, & quantum eniti potest, opportunum in locum, si bique à naturâ constitutum, contendit. Cave tamen existimes parem esse lapidis ejusdem, & in aëre, & in aquâ descendentis impetum: natura scilicet ex medio dividendo, in quo perficiendus est motus, metitur impetûs modum.

Sed quoniam non pauca sunt, quæ motui sæpè adversantur, hinc est non semper eandem esse corporis se moventis velocitatem, quamvis pari impetu producto connitatur: deteritur nimirum tantum impetus, quantum satis est ad impedimentum submovendum. Sive enim objectum corpus propellendum sit, sive mediæ particulæ locum agrè dantes divellendæ aut comprimendæ sint, sive connexam molem pariter rapi oporteat, sive
quid

quid aliud huiusmodi adsit, cui nisi vis inferatur, ut ex alio in alium locum migret præter naturam, irritus reddatur corporis in motum propensi conatus; satis constat illud motu agendum esse exterius: atque adeò quantum impetus illi imprimatur oppositæ propensioni æquale, motui tantumdem subtrahitur.

In iis sanè, quæ alienâ vi extrinsecus moventur, quia infinitè progredi non licet, aliqua demum origo deprehenditur, cui naturalis sit motus: natura siquidem vis est ciens motus in corporibus necessarios; ita tamen certis tenetur legibus universalitatis rerum concinnitatem spectantibus, ut ne ab iis discedat, singularibus corporibus vim aliquam inferri permittat, ubi adversis propensionibus inter se confligentibus validior præstat imbecilliori. Sic quia nefas est aut corpora inanitatibus interjectis concisa hiare, aut unum in proximi corporis locum, nisi eo recedente, penetrare, aut diverticula flexionesque in motu sponte quærere; ideò & liquor in longiore siphonis, aut spiritalis diabetis, crure descendens continuum liquorem in brevioris crure ascendere cogit, totumque ex vase demum exhaurit; & rapidè lapsus torrens saxa rapit, objectasque moles disjicit; & ad perpendiculum cadens lapis subjectum vitrum comminuit, sui que vestigium in terrâ validiùs pressâ relinquit. Verùm illud firmum ac perpetuum est, quòd ubi plus violentiæ opus est, parem conatum languidior motus consequitur. Id quod in siphone A B C observare in promptu est, ex cuius osculo C inæqualis aquæ copia defluit paribus temporis intervallis: quò enim magis aquæ superficies in vase deprimitur, eò lentius aqua ex siphone dilabitur: quamvis scilicet aquæ crus B C implentis pares sint semper ad descendendum vires, si nihil, aut saltem non inæqualiter, repugnet, aquæ tamen crus B D brevius, & B I longius, & B A adhuc longius implentis dispar est in ascensu repugnantia; ac propterea cum earundem virium B C minor sit Ratio ad maiorem resistantiam B I, quàm ad minorem B D, languidior quoque motus est descendens aquæ ex B C, cum graviorem aquam B I, quàm cum minùs gravem B D sursum trahere oportet. At



si externum siphonis crus ita decurtatum sit in E, ut osculum E & aquæ in vase superficies I paribus absint ab Horizonte intervallis, aquam ideo hære, nec amplius ex E fluere constat, quia aquæ BE ad descendendum propensionem, par aquæ BI repugnantia, ne ascendat, elidit. Quod si demum aquam in vase imminuas, ut ejus superficies paulò infra I, atque adeò infra E osculum deprimatur, non jam aqua hæret in E, sed sua per vestigia in EB remeare cogitur, præponderatâ nimirum majore gravitate aquæ implentis crus paulò longius quàm BI, atque adeò quàm BE, quod illi ex hypothesi constituimus æquale; tantòque velocius ab aquâ interioris cruris raperetur exterior, quantò depressior facta fuisset in vase aquæ superficies.

Hinc itaque fit, ut pro variâ corporis motui obsistentis repugnantia modò plus, modò minus impetûs reliquum sit, quo motûs celeritas aut tarditas perficiatur. Et si tanta sit eorum omnium, quæ motui moram inferunt, obsistentia, ut ad eam vincendam plus impetûs necesse sit, quàm pro potentiæ facultate, tunc nullus efficitur motus, quo corpus ex loco in locum transferatur, sed aliqua ex peregrino impetu sit partium compressio, aut distractio; neque enim omnes corporis particule homogeneæ sunt, aut ita compactæ citrà omnes poros, ut nulla tenuiorum particularum compressio aut distractio consequi possit. Quod si ea sit corporis per vim movendi natura aut positio, ut nullum planè sive lationis, sive rotationis, sive vibrationis, sive constipationis, sive dilatationis motum concipere possit, aut violento in statu permanere languido illo impetu, quem vis extrinseca efficere valeret, nullum quoque impetum recipit; quippe qui idcirco imprimeretur, ut motum præter naturam efficeret, aut ut naturalem motum retunderet, aut etiam prorsus impediret. Quemadmodum enim si corporis alicujus specificam gravitatem in aquâ mutari non posse constet, inferre continuo licet, corpus idem neque raritatem neque densitatem in aquâ assumere posse; ex his siquidem specificæ gravitatis mutatio oriretur: ita pariter ubi nihil haberi potest eorum, quæ impetum extrinsecus impressum necessario consequuntur, impetum quoque abesse non immerito conjectamus.

Si quis tamen animum diligentius adverrat, manifestò deprehendet

prehendet corpus idem magis repugnare motui, si celerius movendum sit, minus verò, si tardius: sic ferreæ anse cubiculi ostio infixæ magnetem armatum applicui, & siquidem paulò velocius magnetem traherem, disjungebatur ab ansâ; at lentius trahentem subsequēbatur ostium, magnetis scilicet vim non superans, ubi lentè res peragebatur.

An non oneri, quod potentia præ sui tenuitate propellere non posse videtur, motus, qui momentis singulis sensum omnem fugiat, conciliari potest, adeò ut, si illa quidem constanter urgeat, elapso demùm longo temporis intervallo appareat? Sic incumbentem glebam tenerrimus nascentis frugis cauliculus tandem discutit; durissima marmora scindens caprificus loco movet; & ædificia subsedisse, ac inæquabile solum pressisse, rimæ demùm loquuntur. Tota igitur corporis, quod præter naturam movendum est, repugnantia metienda est, quâ ex principio ipso motum detrectante, quâ ex motûs celeritate, aut tarditate: adeò ut pro variâ horum connexionē dispar movendi difficultas oriatur.

Ex quo fit impetu eodem moveri celerius posse corpus, quod minorem subit violentiam, tardius verò, cui vis major inferitur, &, si eadem sit reciproce Ratio tarditatis ad velocitatem, quæ est minoris violentiæ ad majorem violentiam, parem fore utrobique movendi difficultatem, cum par sit repugnantia, quæ ex motûs tum specie, tum intentione componitur. Si enim moles aliquâ tantâ vi raptetur, ut, quo tempore decies arteria pulsus edit, passum unum conficiat; quantum virium adhiberi oporteat, ut paribus temporis momentis ad tres passus eadem moles promoveatur? utique, si cætera omnia paria sint, triplo majorem conatum adhibendum concedes, intensiōe extensionem compensante: nam quemadmodum iterum ac tertio repetendus fuisset prior ille conatus ad æquale semper spatium pari tarditate percurrendum; ita quamvis conatui conatus non succedat, triplici tamen conatu opus erit, ut tempore eodem motus ille triplo major perficiatur. Nonnè & agricolæ terram subigentes fossione glebarum, tam multiplices adhibent operas, quàm breviori tempore opus absolvere meditantur? Eò igitur magis resistit corpus motui, quò celerius agitandum est; contra verò minus repugnat, quò tardius.

Quare si duo sint corpora, quorum alterum alteri præstet triplo majori gravitate, atque hæc pari celeritate attollenda sint; disparem exigunt conatum pro gravitatis Ratione: si par sit eorum gravitas, motus autem alterius reliquo triplo velocior esse debeat, inæqualem pariter exigunt conatum, sed pro ratione velocitatis: si demum & dispar sit gravitas, & inæqualis velocitas, eam esse constat repugnantiam, quæ tum ex gravitate, tum ex velocitate componitur; atque adeò si corpus alterum triplo gravius triplo etiam velocius movendum esset, noncplex esset ejus repugnantia; sin autem triplo levius triplo majori velocitate quam corpus triplo gravius, moveretur, par esset eorum obsistentia, paremque conatum exigent.

Hinc satis apertè constat, datâ tum resistentiarum, tum velocitatum Ratione, si gravitas altera nota sit, reliquam faciliè innoscere: si nimirum nota gravitas per suam velocitatem ducatur, & in datâ Ratione resistentiarum reperiatur huic producto terminus homologus; quo per ignotæ gravitatis velocitatem datam diviso, prodibit Quotiens index quæsita gravitatis. Sint duo corpora inæqualia, & ad ea movenda requiratur conatus in Ratione sesquialterâ, motus autem eorum sint ut 7 ad 8, & illud quod minus resistit, moveturque velocitate ut 7, numeret gravitatis libras 4. Reliqui corporis validius resistentis, cujus velocitas est ut 8, gravitas sic invenietur.

Libræ 4 ducantur per numerum suæ velocitatis 7, & fit 28. Quia igitur resistentiæ sunt, ut 2 ad 3 ex hypothesi, & unius corporis resistentiâ, quæ ex gravitate & motus velocitate componitur, est 28, fiat ut 2 ad 3, ita 28 ad aliud, & erit 42 resistentia alterius corporis composita ex ejus velocitate & gravitate. Atqui velocitas nota est 8; igitur divisâ totâ resistentiâ 42 per 8; prodibit quotiens $5\frac{1}{4}$ index quæsita gravitatis. Quare ad movendas libras $5\frac{1}{4}$ velocitate ut 8, requiritur conatus sesquialter conatus necessarij ad movendas libras 4 velocitate ut 7. Eadem esto de reliquis ac similibus conjectura.

Ex his præterea manifestum est corporis per vim dimovendi resistentiam ex solâ naturâ, & principio insito, quod motui repugnat, absolutè definiri non posse; motum si quidem ab omni prorsus celeritatis aut tarditatis mensurâ sejungere non possumus; idcirco non nisi habitâ ratione celeritatis, aut tarditatis,

cx

ex quibus resistentia componitur, resistentia ipsa innotescere poterit. Quare & impetus à facultate movendi principium habente productus major sit necesse est, quàm dimoti corporis repugnantia; quæ varia prorsus cùm sit, nunc quidem majorem, nunc verò minorem impetum exigit, ut ab eo vincatur; nam si pares configerent vires, à neutrà parte staret victoria.

Quod autem ad ipsam motus originem spectat, ea, quæ vivunt, ab iis, quæ vitâ omnino carent, secernenda sunt: hæc enim (scilicet non viventia) propterea motum expetunt, ut violentiam, quam subeunt, excutiant, nec unquam à loco, seu statu, secundum naturam opportuno sponte recedunt; quemadmodum eunti per singula constabit. Sic gravibus & levibus suis in locis quietem natura indixit, non motum; nec deorsum conantur aut sursum, nisi alieno in loco, hoc est, in medio dispari gravitate aut levitate prædito constitutâ: sic quæcumque elasticâ facultate pollent, motum non moliuntur, nisi cum sibi naturalem partium figuram, situmque reparare oportet. At motum, cujus origo vita est, natura perficit, etiam si nulla præcesserit violentia: sic stirpes dum augentur, & crescunt, earum particulae locum mutant; sic vitali facultate influentibus per nervos in animalium musculos spiritibus, quos animales vocant, intenduntur muscoli, motusque membrorum consequitur: quamvis ante motum nec stirpis particulae, nec animalis membra vim ullâ subierint in loco minimè congruo retenta.

Quæcumque igitur ob id ipsum in motum prona sunt, quia vim patiuntur, impetum illico concipiunt, ac vis iis illata est, quo naturalem locum, seu statum, recipere valeant, licet sæpè irritò conatu, nisi quatenus adverso hoc impetu illatam ab obistente violentiam retundunt, vim aliquam illi vicissim inferentes. Sic onera bajulorum humeros, quibus sustinentur, premunt, aut penduli brachij; ex quo suspenduntur, musculos ac ligamenta fatigant: id quod pariter in corpore inanimò cernere licet; quemadmodum enim ex diuturnâ prementis deorsum ponderis, ac musculorum sursum urgentium luctâ, dissipatis spiritibus, lassitudo in animali oritur, ita pariter subiectum asserem longâ temporis morâ pondus curvat, aut etiam demùm frangit, & funem, ex quo pendet, non intendit solum, sed etiam tandem aliquando corrupto particularum nexu disjicit.

Quo

Quo id autem pacto contingat, explicare operosum non fuerit funiculi texturam consideranti; ex tenuissimis scilicet linei aut cannabini corticis longâ maceratione, & plurimâ tusione extenuati particulis in spiram contortis filum cohæret; ex filis autem pluseulis in spiram pariter contortis funiculus, & pluribus funiculis crassiores rudentes constantur: quod si dissolvatur omnis spira, non cohærent funiculi aut fili partes. Spira dissolvitur factâ in contrarium revolutione; quò autem laxioribus gyris flectitur, eò facilius villi singuli ex cæteris, quibus implicantur, extrahuntur; & uno ab aliorum communione sejuncto, amplitudo spatij faciliorem exitum proximis relinquit: ex quo fit facilius semper ac facilius posse funiculum frangi; filo enim uno rupto, aut extracto, facilior est in contrarium revolutio, & spira fit amplior, ac reliqua fila facilius extrahuntur. Observamus autem non rarò appensum ex funiculo pondus aliquandiu in gyrum contorqueri; dum scilicet suâ gravitate deorsum connitens intendit funiculum, contorta fila in contrarium revolvuntur. Sed &, quamvis nulla fieret in contrarium revolutio, satis constat ex illâ intensione funiculum distrahi, ac produci; atque adeò spiram laxiorem fieri, paulatimque unum aut alterum villum educi, locumque fieri vaporibus, qui proximum villum corrumpentes faciliori scissioni parant, atque adeò, serpente lue, demùm non tot integri supersunt villi, qui possint ponderis gravitati obsistere, quin diffringantur. Ex quo satis apparet suspensum pondus, licet non omninò descendat, impetum tamen concipere, quo retinenti repugnat, & vim aliquam vicissim infert.

Nec absimili ratione in reliquis vim patientibus contingere observabimus, ea scilicet moliri illicò naturalis statûs reparationem, aliquidque efficere, licet tenuissimum, quod demùm appareat, ubi temporis morâ augmentum ceperit. Sic hastam per vim inflexam si continuò dimittas, illa sese restituit, facultate elasticâ; at si dies aliquot, aut etiam diutiùs per vim sinuata permanserit, sibi dimissâ antiquam rectitudinem non reparat; elanguit nimirum facultas elastica, quæ ex violentâ particularum compressione aut distractione oriebatur. Cum enim primum hasta flectitur, particula concavam curvaturæ partem respicientes comprimuntur, contra verò, quæ convexam respi-

ciunt,

ciunt, distrahuntur; quare tùm quæ raræ, tùm quæ densæ factæ sunt, dum vim illicò prorsùs excutere conantur, conspirant, ut pristinam hastæ rectitudinem moliantur: Quod si id non licuerit, hæ quidem aliam ex angustiis evadendi, quâ facilior patet via, rationem tentant, ita ut demùm subtilissimas in rugas crispentur, illæ verò sese ad angustiora spatia sensim recipientes mutuū nexum solvunt, tenuissimosque poros relinquunt, aut si qui priùs interjecti fuerint, ampliùs hiare permittunt. Id quod ubi jam contigerit, frustrà submoves, quæ admoventas impedimenta; & spontè curvaturam hasta servat, nisi fortè particulis omnibus adhuc per tempus non licuerit vim totam excutere; tunc enim se se languidiùs restituunt, pro ratione reliquæ violentiæ. Hinc patet arcum, quò fuerit contentus atque adductus vehementiùs, remitti aliquando, & manualium tormentorum rotas interdum laxari oportere, ne vis elastica languidior facta minùs utilis fiat.

Ex his igitur paulò enucleatiùs explicatis, in quibus longiore temporis fluxu motum aliquem tardissimum contigisse, atque adeò etiam impetum jam tum ab initio statim fuisse productum constat, conjecturam in reliquis capio, & ab iis impetum concipi statuo, quæ aut loco naturali dimota, aut incongruam partium positionem nacta id repetunt, quod natura exigit. Motus autem non pro impetùs tantum, sed & pro resistantiæ modo consequitur.

C A P U T I I I .

Quâ ratione semel conceptus impetus pereat.

UT impetùs natura, quam inquiremus, explicatiùs atque distinctiùs innotescat, ex quo pariter, quæ corpora, quæve ratione, impetum respuant, intelligamus, hîc nobis est vestigandum, quâ ratione conceptum semel impetum abjiciant: hinc nimirum in uberiores ipsius resistantiæ notitiam venientes ad explicandam motûs machinalis causam propiùs accedemus.

T

Et sanè conceptum impetum, naturâ suâ, nec stabilem semper permanere, nec ad unicum temporis punctum durare, satis constat: sive enim spontè profluat ex naturâ debitum sibi locum quærente, sive alienâ vi impressus suo loco corpus extrudat, perpetuus esse nequit; omnis scilicet motus terminum habeat necesse est; nam si violentus quidem est, perennis utique non est; si autem naturalis, quem violentus præcesserit, certis definitur terminis; à loco enim, in quo quietem natura indixit, corpus infinito intervallo non abest, ac proinde ubi eum attigerit, demùm conquiescet, nec impetu perpetuo opus erit, cum motum cessare oporteat. Sed neque temporis momento circumscribi impetum sive in naturali motu acquisitum, sive in violento impressum, plura sunt, quæ palam faciunt: ut enim reliqua sileam nullæ essent funependulorum oscillationes, nullus emissæ sagittæ motus, si conceptus impetus illicò periret.

In duo autem veluti genera tribuendus est Impetus ex naturâ dimanans; alius Innatus, seu quasi insitus, alius Acquisitus dicitur, Innatum, seu quasi insitum, voco, non quem corpus jugiter obtineat, sive suo in loco, sive in alieno quiescat; sed eum, qui facultati se movendi præcisè respondet, nullo facto per continuam adjectionem incremento: quandiu enim corpus ita simili secundum gravitatem corpore circumfunditur, ut naturali in loco consistere dicendum sit, quare conetur motum? conatum autem hîc ab impetu non distinguo: satis igitur citrà quemlibet impetum suo se tutatur in loco per hoc, quod eâ facultate sit præditum, quæ in contrariam partem conniti valeat illicò, ac vis inferri ceperit. Hînc nullum aquæ impetum tribuo intrâ aquam consistenti; sed tunc solum cum situla plena è lacu extrahitur, ea aquæ pars impetum habet, quæ supra subjectam lacûs superficiem aëre circumfusa motum expetit, quo suum repetat locum repugnans sustinenti. Impetum hunc, qui naturali se movendi facultati respondet, & est ipsa gravitatio, seu naturalis ad descensum propensio, Innatum voco, & is est, cui extrinseca causa repugnat motum impediens. Quòd si suspensum corpus sibi relinquatur, ita suum in locum contendit, ut vis naturalis æquè semper ad agendum applicata, nec impedita, momentis singulis novum impetum acquirat, qui propterea

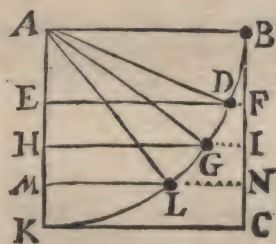
Acquisitus

Acquisitus dicitur, & posterior priori additus intensiorem efficit: sapienti sanè naturæ instituto; nam si corpora per se ipsa ac suâ sponte mota non accelerarent; sed naturalis motus planè æquabilis esset, tardè nimis locum suum consequerentur; atque adeò augendus continuò fuit impetus, ut & motus incrementum acciperet: at si innatus impetus valdè intèsus esset, corpora nonnisi ægerrimè aliò transferri, aut alieno in loco retineri pro animalium, & hominis utilitate possent; finge scilicet animo tibiam tanto impetu innato repugnare, ne attollatur, quanto impetu in aëre ex 200 passuum altitudine descenderet; quanto id tibi esset incommodo? Quare peropportunum accidit, ut vehemens non esset singularum particularum impetus innatus, qui tamen ubi motum efficeret, novâ accessione posset augeri.

Quòd ad impetum Innatum spectat, quem à gravitatione ipsâ & proximâ motus exigentiâ non sejungo, utique frustra esset, si omni prorsus effectui careret; impetus autem motum aut efficit, aut saltem exigit: propterea illum statim perire autumo, ac fuerit corpus in loco suo: Id quod hoc deprehendes experimento. Scrobem defossâ humo altè excavato; situlam aquæ plenam, & noti ponderis, intrâ illam suspendito; tùm aquam in scrobem tantâ copiâ derivato; ut situlam usquequaque circumplectatur: illicò evanescet totius aquæ priùs in situlâ gravitantis pondus, quin & situla ipsa pro gravitatum secundùm speciem dissimilitudine levior apparebit, ut ex Hydrostaticis constat. Periit ergo innatus impetus, quo aqua situlam replens descensum moliebatur.

At impetum Acquisitum non continuò perire, ac eò ventum fuerit, ubi quiescendum esset, hinc saltem discas, quod ligneum globum aquæ cateroqui innaturum si in sublime attollas, & ex illâ altitudine cadere permittas, infrâ aquæ superficiem descendere, ac penitus immergi videbis; quamquam postea emergat, & ubi aliquoties subsultaverit, demùm pro gravitatum aquæ, & ligni disparitate emersus quiescat. Quæ sanè immersio, nisi Acquisitus impetus adhuc duraret, omninò non contingeret. Verùm nihil rem per se satis abstrusam æquè in lucem evocat, ac funependulorum motus; plumbum enim ex filo suspensum, & à perpendiculo dimotum, ita descendens

arcum describit, ut ferè parem arcum, & vix (aut fortè ne vix quidem) minori tempore ascendens describat. Cui autem, repugnante plumbi gravitate à naturâ insitâ, tribuatur ascensus, nisi impetui acquilito dum descenderet, adhuc post descensum duranti? Quemadmodum verò in descensu posteriores motûs partes prioribus velociore sunt, factâ nimirum novi impetûs accessione, ita ex opposito ascensus ex celeritate in tarditatem definit, factâ acquiliti impetûs decessione continuâ, donec ita elanguerit, ut gravitas ipsa superet, & iterum descendens alternas vibrationes efficiat. Perit igitur Acquisitus impetus non totus simul; sed sensim extenuatur; idque non aliâ ratione, quàm quâ proportionem impeditur motus, quocumque tandem ex capite impedimenta oriantur. Cum enim impetus contrarium impetum non habeat, si præcisâ quidem impetûs natura spectetur (quippe qui unus & idem contrariorum motuum origo est, ut ex funependulis ultrò citròque sponte vibratis & ex pilâ lusoriâ deorsum cadente, ac vi concepti impetûs sursum resiliente, constat) reliquum est, ut pereat pro ratione eorum, quæ aut motui corporis obsistunt, aut illud aliò quoquomodo dirigunt.



Præstat autem hîc funependuli motum paulò attentius considerare. Sit plumbeus globulus B filo AB connexus clavo in A. Si globulo liceret, quâ impetus innatus urget viâ, descendere, utique rectam BC percurreret; sed funiculo retinente cogitur arcum BK describere, adeò ut semper in alio & alio plano inclinato constitutus, alia, & alia habeat gravitatis momenta, ut lib. 1. cap. 15 explicatum est; hæc autem sunt pro Ratione Sinuum angulorum declinationis à perpendiculari AK. Quare totum momentum, quod in B esset ut AB, singulis momentis in descensu libero per rectam BC paribus saltem incrementis augeretur (Quicquid sit an etiam pro Ratione duplicatâ temporum, de quo alias disputabimus) sed cum à rectitudine defleat, cum venerit in D, non additur momentum ut EF, sed ut ED: similiter in G momentum non est

est ut HI, sed ut HG. Augetur igitur impetus in descensu BK non omnino pro Ratione momentorum temporis, quo motus durat, sed pro Ratione momentorum gravitatis; quæ subinde obtinet minora & minora; pars siquidē impetus ab insitâ globuli gravitate producti deteritur in intendendo filo, quo retinetur. Quapropter ubi in K venerit per arcum BK, non tantum habet impetus, quantum si per lineam perpendicularem arcui BK æqualem descendisset; in motu enim ad perpendiculum cum nihil retineat aut impediat, totus impetus ad descensum urget velocius, quàm ubi repugnat aliquid. Ex quo fit quod, cum arcus BK ad Radium AB, hoc est ad BC æqualem, sit proximè ut 11 ad 7, ex Cyclometricis, multò plus temporis in percurrento arcu BK, quàm in rectâ BC, infumitur; tardiùs scilicet movetur quàm in perpendiculari, quæ ad BC esset ut 11 ad 7. manente itaque, quamdiu corpus naturâ urgente movetur, impetu acquisito, qui resistantiam excedit, in fine descensus in K totus impetus est ut aggregatum omnium Sinuum Quadrantis: at in perpendiculari BC in fine descensus in C esset ut aggregatum omnium parallelarum ipsi AB in Quadrato AC; ac propterea (in re Physicâ si liceat cum geometrizantibus per Indivisibilia ratiocinari) erit impetus per arcum BK acquisitus ad impetum per rectam BC acquisitum ut Quadrans ABK ad Quadratum AC, hoc est ut 11 ad 14, ex iis quæ in Cyclometriâ demonstrantur.

Quoniam verò ubi ad perpendiculum AK globulus descendens venerit, nihil objicitur, quod motum prorsus impediat, quin ad easdem partes pergat ferri ex præconcepti impetus directione, non sistit in perpendiculo; sed ulterius pergens ascendit, nec nisi per arcum circâ centrum A, funiculo scilicet retinente. Sed jam repugnat ascensui gravitas plumbi, non quidem quantum in perpendiculo KA, verum pro ratione Sinuum angulorum declinationis; qui cum semper ascendendo crescant, major est etiam momentorum gravitatis Ratio nitentium contrà impetum descendendo acquisitum. Quare tantum abest, ut novus singulis temporis punctis impetus sursum directus producat, ut potius ex eo tantumdem dematur, quanta est ascendentis plumbi repugnantia. Hinc est ascensum initio velociorem esse, quia adhuc multus est impetus acquisitus, & pro

Sinuum declinationis brevitatem, exigua illius pars deteritur, atque adeo motus efficitur celerior: quia verò diminuto sensum impetu, & auctis contrariæ gravitatis momentis pro Sinuum declinationis incremento, minor fit ipsius impetus ad contrarium nisum Ratio, tardior sequitur motus, & plus acquisiti impetus perit, donec demum prorsus evanuerit, & superante gravitate globulus iterum descendat. Quamvis autem si positio sola spectetur, iisdem Reciproce gradibus minui videatur impetus, quibus fuit auctus, totidemque momenti temporis, ita ut quantum postremo temporis puncto accessit, tantumdem primo decedat, adhuc tamen aliqua est obsistentiæ appendicula ex aëre dividendo, ac propterea paulo amplius extenuatur impetus acquisitus, quam pro Ratione incrementi Sinuum declinationis: quod autem velocior est motus, magis etiam aër dividendus comprimitur, densatusque plus obsistit quam rarus; quod si medium non fuerit compressionis capax, saltem æquali tempore plures medij partes scinduntur, quam in motu tardiori, ac propterea etiam multiplex est medij resistentia: Ex quo fit arcum ascensus paulo minorem semper esse arcu descensus, &, cum vicissim globus remaneat ex humiliore loco ac prius descendens, brevior rem pariter secundi ascensus arcum perfici, atque ita deinceps, ut servatâ eâ in motu semper minori reciprocando constantiâ demum quiescat in perpendiculari.

At, inquis, dura magis obsistunt corpori, ejusque motum validius impediunt, quam mollia, quæ dum se comprimuntur, & loco paulisper cedunt, motui aliquantulum & ex parte obsecundant: si igitur pro Ratione impedimenti debilitatur acquisitus impetus, minus detrahitur impetus corpori, quod ex alto decidens à substratis paleis excipitur, quam si ad saxum allideretur; vehementius igitur à luto quam à saxo reflecteretur, contra quam docet experientia.

Fateor eburneum globum segnius resilire delapsum in glebam humore perfusam, quam in marmor; non tamen his consequens est, ut impetus acquisiti diminutioni alius statuendus sit modus, quam ex impedimento: ubi enim globus cadens extimam subjecti corporis superficiem attigerit, non quiescit, sed pergit moveri, aut deorsum comprimendo corpus molle, aut illico sursum reflexum à duro. Ita autem à corpore molli excipitur,

capitur, ut licet hoc cedat, impediat tamen & remoretur motum; ac proinde quò magis cedit subiectum corpus, eò diutius movetur globus cum ipso, vel intrà ipsum; atque interea plus impetûs perit: quid igitur mirum, si languidiùs postea resiliat, cum exigua impetûs portio reliqua sit? Quòd si durû esset subiectum corpus, impetu nondum debilitato reflecteretur validiùs. Hinc fieri potest adeò molle esse subiectum corpus, ut dum illud penetrat decidens globus, tantum impetûs deperdat, ut, quod reliquum sit, non satis sit ad vincendam inistam globo gravitatem, qui propterea neque resilire valeat. Quamvis itaque corpus molle minùs obsistat quàm durum, diutius tamen resistit; & per aliquot momenta aliquoties diminutus impetus minore mensurâ, eò decrementi venire potest, ut magis imminutus demum fuerit, quàm si unico momento magis obsitisset corpus durum. Caterùm paribus momentis plus perit impetûs ex allissione ad corpus durum, quàm ad molle, quippe quod magis opponitur motui. Porro huic rei explicandæ similitudo aliqua peti posset ex luce, cui sanè si contingat per medium diaphanum quidem, sed densum, pergere, languidiùs multò reflectitur à speculo, in quod incurrit, si densioris mediij longior fuerit tractus, quàm si brevior, perinde atque eò minùs reflectitur corpus, quò molliori magisque subsidenti corpori occurrit, sed quoniam quæ de luce dicenda essent, fortè obscuriora acciderent, ab huiusmodi similitudine prudens abstinco.

Sed ex illud est in durorum corporum collisione observandum, quod aliqua particularum compressio aliquando contingit sive in alterutro, sive in utroque, quæ se facultate elasticâ resituentes motum reflexum juvant: id autem manifesto, experimento constat in pilâ ex gummi, ut vocant, Indico, quæ ad terram elisa frequentissimè subsultat; at ubi in corpus molle incidit, neque hujus neque illius partes violentam compressionem subeunt, quam sese resituentes excutere debeant. Sic & pilâ in sphæristerio ludentes satis nôrunt eam validiùs reflecti objecto recticulo, quàm ligneo batillo; intenti scilicet nervi ex contortis siccatisque animalium intestinis reticulum constituentes cum pilæ ictum excipiunt, flectuntur quidem aliquantulum; sed illicò sibi pristinam rectitudinem reparantes pilam excutiant (id quod ligneo batillo non contingit) novoque hoc impetu

impetu auctus reliquus pilæ impetus motum quoquē efficit majorem: quòd si in reticulo flaccidi, & remissi sint nervi, languidè pila reflectitur.

Ad quandam autem reflexionis speciem pertinere censenda est concussio, sive vibratio, aliquarum saltem corporis partium, ubi totum ex reliquo impetu resilire nequit: sic corpus ita attollens, ut summis pedibus innitaris, postmodum recidens in talos, eò validiorem partium concussionem percipies, quò velociùs recides. Simile quid etiam in inanimis contingere ratio suadet, neque enim ita semper solida aut prorsus homogenea tota moles est, ut nullæ omninò partes concuti valeant: quin etiam allisi corporis partes, si non adeò tenaci vinculo inter se cohæreant, ex reliquo impetu aliæ aliò distractæ defiliunt.

Hinc, docente naturâ, ex alto defilientes ubi terram pedibus attigerint, genua antrorsum inflectunt, quasi calcaneis infessuri, ne conceptus ex saltu impetus superiorem corporis partem deorsum validiùs urgens subjectas tibias, & genua ita premat, ut inde divisio aliqua membrorum, aut ossium luxatio, aut nervorum seu tendinum nimia distensio dolorem gignat: hoc autem valet illa genuum inflexio ad extenuandum impetum, quod & flexili molliatâ subsidens terra uliginosa, si quando lapsus in eam ex alto deciderit. Sic Atlas Sinicus pag. 123. in XI. Provinciâ Fokion, ubi sermo est de flumine Min, quod violento cursu per saxa volvitur, ait naves, quibus ibi navigatur, ex diverbio vocari *Papyraceas*, eo quòd tenuibus ac minimè resistentibus consistant asseribus, imò ne clavis quidem compaginatis; sed vimine quodam lentissimo; unde tametsi in saxa impingat navis, sæpè tamen minimè rumpitur, quia vix resistit. Et pag. 127. de catadupis aquarum in flumine per quod ad Jenping navigatur loquens ait. *Cum naves transeunt, ne cum aquâ decedentes fractionis incurrant periculum, scitè premittunt nautæ aliquot straminis fascies, ad quos navis leviùs impingat, ac transeat.*

Jam verò ad impetum extrinsecùs impressum mentem oculosque intendentes non illum semper momento perire animadvertimus, aut illicò, ac externus agitator cessat.

Unde enim fit, ut concitato navigio, cùm vela nautæ contraxerunt, aut remiges inhibuerunt, retineat tamen ipsa navis motum & cursum suum, intermisso ventorum incurfu, pulsive

remorum?

remorum? nisi quia navis, etiam nullo impellente, vi impressâ urgetur. Quid rhedam cursu procedente facilius quàm initio promoveret, equis licet languidiis connitentibus? curvè onus aliquod ingens protrudentes, aut trahentes hoc maximè cavent, ne contentionem illam quies interrumpat, experienciâ satis edocti incitatum semel minori labore propelli, quàm commoveri quiescens? nisi quia reliquus ex priore motu impetus adhuc perseverans posteriorem motum juvat. Hoc tamen tria hæc differunt, quod onus, cessantibus iis, qui protrudebant, consistit illico (nisi fortè volubilitatem habens, aut subiectis cylindris innixum, adhuc modicum quid' volvi aut progredi pergat) rheda currentes equos subito funium abruptione disjunctos sequitur ad passus aliquot non adeò multos pro viæ æquabilitate præcedentisquæ velocitatis ratione; navigium verò submissis antennis, remisquæ cessatione torpentibus aliquandiu, intervallo non sanè contemnendo, provehitur. Oneris scilicet motui, cui volubilitatem neque ars, neque natura dederit, impedimento est ipsa extremitas aspera subiectam planitiem salebris quandoque non carentem contingens, gravitasque ita validè premens, ut major futurus esset partium tritus, quàm pro impetûs modo, qui reliquus esset, superari posset: Id quod currenti rhedæ idcirco non contingere planum est, quia licet nihilo levior sit quàm onus protrusum, minùs tamen rotarum modioli leniter cum axibus confligentes motum retardant. At navis sponte suâ innatans, ventorum incurfione, remorumve pulsui diutiùs acta, vix, aut fortè ne vix quidem, mole suâ reluctatur, nisi quatenus diffindenda est aqua; nec sinè multo facilitatis compendio, prior siquidem unda, quam prora impellens excitat, aliam ante se urget ad easdem partes: propterea impressus navi impetûs modicum nactus impedimentum diù durat, illamque promovet. Quare idem de impetu extrinsecùs assumpto dicendum est, quod de acquisito; nimirum minui pro Ratione eorum, quæ instituto motui obfistunt, aut etiam prorsus perire.

Præter ea autem quæ utrique motui tum naturali, tum violento æquè opponuntur, (cujusmodi est medium dividendum, objecti corporis occurfus, aut contingentis tritus atque conflictus, retinaculum, quod certo limite motum definiat, & alia

id genus) illa est externo impulsui peculiaris repugnantia, quæ ex inhaerente corpori gravitate oritur, sive illi innatus impetus, sive acquisitus modum statuatur. Neque id simpliciter tantum, sed comparatè considerandum est, quam scilicet in plagam impulsus motum dirigat, & quatenus gravitatis propensione opponatur. Quemadmodum enim qui in pilâ aromata pinguunt, nihil repugnantem, quin & impulsui obsecundantem, experiuntur pistilli gravitatem deprimentes; contrà verò attollentes fatigat eadem gravitas directò deorsum urgens; medium autem quiddam tenet in obfistendo, si motio transversa contingat; sicut experiri licet, si ex funiculo pendens idem pistillus à perpendiculo dimoveatur; minore enim conatu opus est: ita quò minùs in oppositam gravitati plagam dirigitur impulsus, eò etiam diutius perseverat minus habens impedimenti. Hinc est quod gravitas æquabiliter toto corpore fusa si aut ex centro suspendatur, aut coni apici insistat, levi negotio, ac satis diù, in gyrum convertitur; innatum videlicet gravitatis impetum vis ipsa suspendens aut sustentans elidit; nihil verò impulsus remoratur præter aut funiculi suspendentis spiras paulò spissiores, aut tritum cum subjecto cono, aërisque dividendi resistantiam; quæ tamen si tollatur in corpore orbiculari circà centrum commoto, etiam longior sit conversio. Sic ferream sagittam palmarem crassiusculam instar acûs magneticæ in æquilibrio constitutam levissimo impulsu ac diutissimè in gyrum agi observavi; vix enim acutissimum verticem, cui innitebatur, terebat, & aëris intrà eundem gyrum circumducti modica erat resistantia. Id autem multo luculentius apparet in verticillo, cujus axem perpolito alveolo insistentem extrèmo pollice ac indice leviter comprimens, ac paulò celerius vertens, eò diuturniori vertigine contorqueri videbis, quò pauciores minoresque offenderit in subjectâ tabulâ asperitates, ad quas alius paululùm inclinetur, aut aliò reflectatur.

Quòd si magnetis polo ritè armato chalybeum axiculum congruo verticulo instructum admoveris, ut planè à magnete suspendatur, tùm summis digitis opportunè axem terentibus vertiginem ei delicatè ac molliter conciliaveris, miraculi locoribi erit tam diuturna conversio; quippe cui non subjecti alveoli asperitates saltitare cogentes, non gravitas ipsa premens, tritumque

que augens, non suspendentis funiculi violenta contortio ob-
sistunt, motumve aliquatenus impediētes impressum impe-
tum imminuunt; sed magnetico radio suspensus intra se perpe-
tuo volvitur lævissimum chalybem magnetis polo adhærentem
lenissimè terens.

Illud etiam in motu, qui ab extrinseco provenit, conside-
randum est, quod contingere potest duos adesse motores, qui
corporis motum in diversas partes dirigant: quare alter alteri
obstistit, & motus ex duplici directione compositus is est, qui
non respondeat mensuræ duplicis illius impetus, si singuli in-
tegrè accipiantur. Constat enim, si æquabili & æquali cona-
tu urgeant corpus, moveri aut per diametrum Quadrati, si di-
rectiones sint ad angulum rectum constitutæ; aut per Diago-
nalem lineam Rhombi, si directiones obliquæ sint: si verò
æquabiles quidem sint, sed inæquales conatus, per diametrum
Rectanguli aut Rhomboidis moveri, pro ut ad rectum aut obli-
quum angulum directiones sibi invicem respondent. Semper
autem minor est motus quam pro duorum illorum impulsuum
ratione; diameter siquidem brevior est aggregato duorum
adjacentium laterum. Quod si æquabiles non sint impetus,
vel saltem alter æquabilis sit, alter acceleratus aut retardatus,
linea curva describitur; quæ pariter minor est duabus rectis,
quæ vi singulorum impetuum describerentur; ab illis si qui-
dem continetur.

Hic tamen advertendus animus est, & observare oportet
æquabilem impulsu (si continuus sit, nec morulis inter-
ruptus) esse non posse, nisi ab animali semper æqualiter conan-
te efficiatur; quia gravium descensus naturaliter acceleratur;
elasmata verò dum se restituunt, semper languidiùs singulis
momentis conantur, si quidem virtus elastica consideretur:
quamquam posteriore momento quod est reliquum prioris im-
petus, intensionem efficit additum posteriori licet remisso.
Vix igitur contingere potest motum unum à duplici impetu
extrinsecus impresso fieri per lineam rectam nisi corpus à du-
plici motore æquabiliter urgeatur.

Cum itaque impetus acquisitus, aut aliundè impressus, sit
qualitas propter motum instituta, quæ non nisi in motu pro-
ducitur, ita pariter nisi in motu, & cum motu non conserva-

tur. Quare si corpus eò deveniat, ut nullo prorsus pacto agitari queat, aut interiore motu cieri, quo momento impeditur motus; ne sit, eo momento impetus perit, cessante videlicet causâ effectivâ ab ejus conservatione eo ipso quod cessat finis, propter quem impetus est. Quod si impedimentum occurrat non prorsus motum tollens (ut si globus in plano horizontali rotatus veniat ad planum inclinatum, per quod ex concepto impetu ascendat) tunc pro ratione impedimenti extenuatur impetus, donec tandem pereat.

CAPUT IV.

*Quâ ratione vis movendi cum impedimentis
comparetur.*

Motus omnis nec in oppositas, nec in diversas plagas, sed per certam lineam dirigitur; unico quippe in loco, non in pluribus, eodem temporis puncto esse potest corpus.

Nihil igitur motui moram & impedimentum inferre potest, nisi directò aut obliquè illi secundum eam lineam, per quam instituendus esset, antè, ponè, ad dextram, ad lævam, sursum, deorsum opponatur. Si enim duo corpora eadem pergerent viâ, & maximâ velocitatis, aut tarditatis conspiratione consentirent, tunc neque posterius ab eo quod antè est, traheretur, neque prius à posteriore urgeretur, neque alterum alteri impedimento esset. Hinc manifestum est non posse impedimentum superari, quin ei vis aliqua inferatur.

Rem porrò universam duas in partes tribuere possumus, ut duplex Resistentiæ genus statuatur; Formalem alteram, alteram Activam scholæ vocarent. Corpus enim, quod obstat, aut retinet, si motum prorsus nullum conetur instituto aut destinato motui adversantem, resistit quidem, sed Formaliter; nihil scilicet efficit, quo repugnet, sed suo tantum se tutatur in loco: Sin autem & contrà nitatur, aut retrahat, jam non obsistit solum, ne loco per vim dimoveatur; sed etiam impetum in contrariam

trariam plagam directum efficit, cujus vi motum impedit, ac propterea Activè resistit. Huic autem verbo, cum *Resistere* dicimus, subjecta notio est, in causâ esse ne motus fiat, aut saltem non eâ velocitate, quæ virtuti movendi non impeditæ cæteroqui responderet. Sic paries, in quem incurris, tibi resistit Formaliter, ne procedas, & aqua stagnans, cui collo tenus immergeris, progredienti resistit Formaliter, ne velociter, sicut intrâ aërem movearis pro ratione impetûs, quo conaris progredi: qui verò occurrens te repellit, ut si coneris contra istum fluvij, non Formaliter tantum, sed etiam Activè resistit; non solum enim obstat, quia ejus in locum succedere non potes, nisi eum loco dimoveas, sed etiam tibi adversum impetum imprimit, ut te loco extrudat.

Cum itaque impedimenta motûs externo impetu submovenda sint, virtus autem movendi certa sit ac definita, constat vires omnes, quæ in corpore promovendo, si nihil obstaret, exercerentur, duas in partes distrahi, ad movendum scilicet corpus, & ad tollenda impedimenta. Concipit igitur impetum, qui motum efficiat, & obstanti corpori impetum imprimit, ut loco cedat. Quid igitur mirum, si distractis viribus languidior sequatur motus? Quia verò quò majori velocitate corpus obstans propellendum est, aut trahendum, majori quoque impetu impresso opus habet, palàm est majorem quoque in propellente, aut secum rapiente, impetum requiri, ut majorem resistantiam vincens se ipsum pariter moveat.

Hic autem quid monuisse oporteat vim resistendi superandam esse à virtute movendi? quis enim ambigat, an, si pares illæ fuerint, nullus futurus sit motus? Quòd si impedimentum prorsus immotum adversus conantem perstat, nullum pariter recipit impetum; qui scilicet, etiam si priùs fuisset, motu cessante periret. Hinc in animali defatigatio membrorum oritur, quando prorsus in irritum conatus cadit; impetus enim, quem concipit, ut æqualem motum imprimeret impedimento, si hoc superari posset, in animali ipso motum aliquem efficit, sed quia progredi vetatur ab ostante aut retinente impedimento, impetus ille non totius animalis motum ulteriùs promovet; sed membrorum partes alias comprimit, alias distendit, unde & dolor aliquis, & lassitudo provenit. At si corpus, cui motus debetur,

cùm inanimum sit, nequeat impetum, quemadmodum animantes, ex arbitrio temperare, & quia solidum est ac durum, nullam pati compressionem aut distentionem partium possit, sicut & corpus obstans aut retinens compressionem omnem aut distentionem respuit; tunc nullum concipit aut imprimit impetum præter innatam gravitationem, aut levitationem, cùm per vim in loco non debito detineatur. Ex hoc conjecturam capere licet de eo, quod contingit, quando virtute movendi resistantiam vincente impedimentum submovetur; impediri videlicet, ne producat motus, juxta resistantiæ modum atque mensuram; quæ sicuti non quâlibet minimâ vi superari potest, ita majori cedit.

Verùm quoniam id pacto contingat, ut explicare conemur, illud observa, quòd si corpus idem quadruplo velocius moveri debeat, ac moveretur prius certâ impetûs mensurâ, utique quadruplo majorem impetum exigit, ut pro impetûs intensione aut remissione velocior aut tardior sequatur motus. At si corpus aliud movendum quadruplo gravius exhibeatur, in hoc impetus ille quadruplex subquadruplam efficiet intensiorem, ac propterea etiam motum habebit tardiozem, si cætera sint paria, pro impetûs intensione. Si cætera, inquam, sint paria; sæpè enim aër, aut aqua plus velociori motui resistunt, quàm tardiori, & moles major efficit, ut non omninò velocitas intensiõni impetûs respondeat. Hæc tamen nunc mente sæcernamus, perinde atque si nihil officerent motui.

Quoniam igitur motus ab omni velocitatis aut tarditatis mensurâ sejungi nequit, finge corpus per vim movendum hujusmodi esse, ut spectatâ mole seu materiâ, ac specificâ gravitate, ad percurrendum spatium passuum 100 unius horæ quadrante, indigeret impetu, cujus intensio esset particularum 4 in singulis corporis movendi partibus: molem autem, exempli gratiâ, distinctam concipe in particulas 100 minimas. Quare spectatâ tum extensione tum intensiõne impetûs, necesse est illi à motore imprimi impetûs particulas 400. Quòd si corporis per vim movendi moles ac materia esset quadruplex alterius, si nimirum ratione materiæ extensionis particulas haberet 400, jam impetus idem subquadruplam efficeret intensiorem, & singulæ impetûs particulæ singulis corporis particulis inessent; atque adeò

adeò etiam hujus velocitas esset subquadrupla prioris velocitatis : par tamen utrobique esset, illud quidem velociùs, hoc tardius movendi difficultas, cum in utroque particulas 400 impetùs produci oporteret; utriusque enim impetùs extensiones & intensiones essent Reciprochè in eadem Ratione. In corpore itaque, ex quo motus originem ducit, tanta vis movendi inesse debet, ut & corpori impediendi, quod submovetur, congruentem motui impetum imprimat, hoc est particulas 400, & ipsum se pariter promoveat : nihil enim accepto extrinsecùs impetu agitur à motore prorsùs immoto, ut eunti per singula patebit.

Jam verò quoniam idem corpus modò remissiùs, modò concitatiùs moveri pro impetùs intensione videmus, probabilis conjectura est in iis, quæ non suo arbitrio, sed naturæ reguntur imperio, totum impetum produci, qui virtuti efficiendi respondet : hæc autem in impedimento, cujus resistentia vincitur, impetum eâ intensiõis mensurâ imprimit, quæ illi motùs velocitatem conciliet ipsius corporis moventis velocitati congruentem, adeò ut movendi facultas totas suas vires exerat partim impetum imprimens submovendo impedimento, partim motum efficiens in ipso corpore : ex quo fit quod eò remissiorem motum in se motor efficiat, quò major secundum intensiõem impetus impeditur ab impedimento. Sic plumbeus globus bilibri, si, funiculo excavatæ volubilis orbiculi curvaturæ inserto, connectatur cum globulo subduplæ gravitatis, non eâ velocitate descendit, quàm descenderet sibi relictus absque ullâ appendice; velociùs tamen movetur, quàm si esset globuli adjuncti tantum sesquialter; quia scilicet ut ad æqualem velocitatem temperentur motus tum impedimenti sursum, tum corporis moventis deorsum, minor intensivè impetus impediendus est à globulo subduplo quàm à subsesquialtero; ac propterea major est secundum intensiõem reliquus impetus motum efficiens concitatiorem.

Quòd autem à globo descendente imprimatur impetus globulo, quem sursum trahit, hinc constat, quod si globulus ille non sit admodum gravis, tum demum subsilit, ubi globus velociter descendens subjectum planum attigerit : quid enim illum subsilire cogeret quiescente jam globo, à quo trahebatur, nisi adhuc aliquid impressi impetùs remaneret? At quòd impressus

pressus hîc impetus non ab ipso motore, sed ab impetu, quem ille concepit, proximè efficiatur, hinc sibi suadent plures, quia ex alterâ parte impetum ab impetu produci posse manifestum videtur ex percussionibus projectorum, ut cùm globus projectus in quiescentem globum impactus illum trudit; ex alterâ causam proximam effectui homogeneam congruenter naturæ statuimus; sic enim & calorem in nobis à calore potius quàm à substantiâ ignis proximè produci existimamus. Sed quid de percussionum impetu dicendum sit, suo loco constabit inferiùs.

Motoris demùm velocitatem intensiori impetûs concepti non respondere experimur, cum valdè conantes ut onus raptemus; parùm progredimur; at si funis ex improvîso abruptatur, illicò corruimus, impetu scilicet concepto motum validiùs efficiente, ubi desierit impetum oneri, quod raptabatur, imprimere.

Hinc fit quòd, si ea fuerit corporum dispositio, ut impedimentum tardè submovendum sit, ac proinde remissiore impetu opus habeat, qui sibi imprimatur; corpus verò, cui motus omnis tribuitur, non æquali tarditate cum impedimento ferri necesse sit, sed velociùs præ illo moveri possit, hoc sanè eò minùs habet resistentiæ, quò minorem in intentione impetûs mensuram impedimento eidem imprimere debet, ut illud submoveatur. Contrà verò si ita fuerint disposita, ut impedimentum velociùs præ ipso motore moveri oporteat, multò magis resistit, quàm si pariter moverentur, plus enim impetûs imprimendum est, ut motus consequatur.

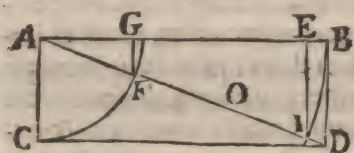
Hactenùs resistentiam potissimùm Formalem, impedimento nihil in adversum conante, contemplati sumus; jam ad Activam transeamus, cum scilicet duo corpora invicem aut omnino, aut ex parte repugnant, quia motum in diversas aut oppositas plagas directum moliuntur. In medio vase aquâ pleno statuatur lignea tabella crassiuscula, eique lapis imponatur: dum illa conatur ascendere, hic descendere, se invicem urgent; sed cum se vicissim permeare nequeant, si paribus quidem viribus confligant, sine motu consistunt; sin autem imparibus, aut ambo ascendunt, aut ambo descendunt, pro ut sive tabellæ levitas, sive lapidis gravitas oppositam vicerit. Quod si lapis tabellæ non impositus, sed suppositus, arctè tamen connexus fuerit,

fuerit ; adhuc contrarios motus conantur , non se tamen invicem urgent , sed vicissim retrahunt ; quandiu vinculum non revellatur , aut rumpatur. Hic verò subdubitet quispiam , utrum corpora , quæ contrario nisu reluctantur , sibi vicissim impetum imprimant , nec ne , aut æqualem , si pares fuerint vires , aut ; si impares , inæqualem : Quando enim ob virium æqualitatem utrumque corpus consistit ; eodem pacto quies sequitur , si unumquodque suam gravitationem aut levitationem servans nihil alteri imprimat , ac si lignea tabella levitans partem impetus sursum directi conferat imposito lapidi , à quo gravitante vicissim recipiat tantundem impetus deorsum directi ; ex quo fiat , ut lapis habens concepti ac innati impetus deorsum directi vires æquales viribus impetus sursum directi consistat , idemque in lignea tabella contingat. Cum verò inæquales fuerint vires , id quod validius est , eodem modo superat , sive nihil contrarij impetus ab infirmiore opposito recipiat , sed minorem motum vi sui impetus producat pro ratione virium , quibus superat ; sive partem impetus contrarij recipiat , quæ proprij impetus vires attenuet.

Quotidianum est hujus æqualitatis aut inæqualitatis experimentum in iis , quæ innatant humori ; hæc enim humori imposita , quia in aëre gravitant , descendunt ; pars verò immersa levitat in humore ; prægravata tamen à reliqua parte extante deorsum adhuc urgetur , donec inter partem immersam & extantem fiat æquilibrium , & tantundem pars immersa levitet in humore , ac extans gravitat in aëre. Sic massa plumbea argento vivo imposita descendit , donec molis plumbeæ pars $\frac{2}{13}$ extet ; est enim specifica plumbi gravitas ad specificam mercurij gravitationem ut 11 ad 13. levitat itaque plumbum in mercurio ut 2 , gravitat in aëre ut 11 ; igitur plumbeæ massæ partes 11 levitantes singulæ ut 2 parem habent conatum sursum , ac partes 2 gravitantes singulæ ut 11 conantur deorsum. Quod si ita deprimeretur plumbum , ut ejus partes 12 immergerentur , & una extaret ; jam unica pars gravitans ut 11 vinceretur à partibus 12 levitantibus singulis ut 2 , ac propterea adhuc pars una emergeret : quemadmodum si quatuor partes extarent , & novem immergerentur , harum levitas 18 ab illarum gravitate 44 vinceretur , ideoque adhuc duæ immergerentur.

Jam si dixeris à partis immersæ levitantis momentis 18 impediri momenta 18 partis extantis gravitantis, adeò ut superflint tantum vires juxta excessum gravitatis, scilicet momentorum 26, juxta quem excessum impetum imprimat parti immersæ, ut deprimatur, tunc autem cum paria fuerint levitatis atque gravitatis momenta, jam non invicem agere, sed se vicissim impedire, probabilior fortasse videatur alicui philosophandi ratio hæc, ubi directæ sibi invicem adversantur directiones; alteruter enim aut neuter impetus movet oppositum corpus. Verum quoniam ubi lineæ directionum motus non sunt in directum posite; sed inclinationem habent, motus mixtus, qui sequitur, ex utroque impetu unum motum temperari indicat, in eam feror sententiam, ut existimem duo corpora obliquè sibi invicem repugnantia vicissim imprimere, & recipere impetum in diversas plagas directum pro modo virtutis uniuscujusque, adeò ut si paria sint momenta, medius planè inter utramque directionem sequatur motus, si disparia, sequatur pro modo excessus.

Fieri autem hanc mutuam impetûs communicationem hinc apparet, quòd si duo corpora, quorum virtus movendi ut AB



& AC, in loco, ubi A, constituta moveri cœperint, alterum quidem, quòd ad dexteram est, cum directione AB, alterum verò, quòd ad sinistram, cum directione AC, ita se impediunt,

ut quòd ad lævam est, urgeat reliquum, ne per rectam AB procedat; hoc verò quòd ad dexteram est, illud impediat, ne per rectam AC incedat; sed propellat ita, ut ambo habeant directionem mixtam AD. Hæc autem linea AD cum major sit singulis lateribus AB, AC in rectangulo, aut rhomboide, ut quadrato, aut rhombo, cavè nè putes singulis corporibus supra proprium impetûs modum factam esse aliquam ab externo impetu virium accessionem: quæ enim fieri possit, ut corpus nullo repugnante possit certo tempore percurrere lineam AB, diminutis verò impetûs viribus ex resistantiâ, pari tempore longiorem lineam AD percurrat? An quia recipiat à corpore repugnante impetum, cujus accessione augeatur proprius impetus, qui reliquus est? At si propter virium æqualitatem percurrant

rant Quadrati diametrum, utique tantundem alterum ab altero recipit impetûs, quantum tribuit: igitur non est major vis impetûs, quàm si nihil repugnaret: ex quo fit neque motum velociorem esse posse, ut pari tempore diametrum percurrant, quo singula describerent latus Quadrati.

Non igitur ex illâ mutuâ impetûs in diversâ directi commutatione fit in singulis corporibus impetûs intensio major (si propriè loquendum sit, habent enim impetus illi, conceptus scilicet, & impressus, directionem diversam) quàm ferat propria singulorum virtus: id autem potissimum constat, quando singulorû directiones valdè obtusum angulû constituunt; corpora enim in motu breviorum Rhombi aut Rhomboidis diametrum describunt, quæ linea aliquando minor est singulis lateribus.

Finge itaque corpus, quod percurreret AB , nullo impedimento prohiberi, quin moveatur eadem velocitate per AD ; utique solum æquale spatium AI decurreret, impediret tamen, ne aliud corpus habens directionem AC , illique perpetuò adhærens, decurreret juxta suam directionem spatium æquale ipsi AC ; sed tantum EI , hoc est Sinum anguli BAD loco Tangentis ejusdem anguli, posito Radio AI .

Finge iterum alterum corpus habens directionem AC eadem velocitate moveri per AD ; utique non nisi spatium AF , ipsi AC æquale, motu dimetiretur, prohiberetque, ne reliquum corpus habens directionem AB , illique perpetuò adhærens, progrediretur nisi in F , hoc est spatio æquali ipsi BD ; sed versùs B non procederet nisi juxta mensuram AG minorem ipsâ AC . Atqui utrumque suam habet directionem, & non per AD , seque vicissim impediunt; igitur dum simul moventur, neque subsistunt in F , neque veniunt in I ; sed medio loco consistunt, puta in O .

Dixeris fortasse AO æqualem ipsi AE ita, ut sit sicut DB ad BA , ita IE ad EA , hoc est ad AO , aut AO esse medio loco proportionalem inter AF & AI , hoc est inter AC & AB mensuras virium impetûs singulorum corporum. Hoc tamen secundo loco propositum non facile admiserim, quia ubi æquales sunt virtutes movendi, medio loco proportionalis est æqualis singulis extremis, ac propterea utrumque corpus impeditum æque velociter moveretur, ac non impeditum. Primum verò,

quod scilicet AO æqualis sit ipsi AE , gratis asseritur; neque enim potior ulla apparet ratio; cur ad instituendam analogiam assumatur potius IE , quam quælibet alia minor linea cadens inter G & E . Ego autem libentiùs profiteor me nescire, quàm Ratione analogia hæc instituatur, quàm aliquid certi divinando statuere.

Verùm quamvis non utrumque corpus velociùs moveatur quàm pro suâ virtute, alterum tamen quod urgetur, seu rapitur à validiori, potest, factâ impetûs accessione, plus spatij percurrere, quàm pro suis viribus: impeditur siquidem motus non absolute, sed juxta eam directionem. Hinc fit corpus habens directionem & velocitatem AC minorem velocitate AB promoveri ultra punctum F in linea mixti motûs AD .

At inquis: an si nautæ remis incumbant, velisque obliquis ventum excipiant, tardior erit motus, quàm si navis vel à solis remigibus, vel à solo vento impelleretur? contrarium sanè videtur experientia evincere. Verùm si rem attentius consideres, aliam planè esse rationem deprehendes, cum duo corpora se moventia vicissim se impediunt, aliam cum unum à duplici extrinseco impetu in diversa directio impellitur: de illis hætenùs sermò fuit, neque ulla ratio suadere potest velocius à tardiore incitari, quamquam tardius à velociore urgeatur, ut dictum est.

At si unum corpus à duobus æqualis aut inæqualis virtutis impetum recipiat, utique magis intensus, vel si intensiorem propriè dictam neges, certè major est impetus, quàm si ab alterutro tantum reciperet impetum: quare nil mirum, si ea motûs velocitas consequatur, quæ utrumque impetum singillatim sumptum vincat, quamvis utroque simul sumpto minor sit, quia habent directiones oppositas, ut alibi explicabitur. Hinc est navim velociùs agi velis remisque, quàm si aut solâ ventorum vi, aut solâ remigum ope propelleretur, & cymbam, dum secundo flumine rapitur, simulque remis ad alteram ripam impellitur, velociùs moveri, quàm aut in stagno eadem remigum operâ, aut à flumine cessantibus remis ageretur. Quemadmodum enim neque ventus remos impellit, neque ab his ventus impellitur, ita neque se vicissim immediate impediunt, aut sibi mutuò repugnant; atque adeò non est hîc eadem philosophandi ratio, ac cum duo corpora sibi invicem immediate resistunt,

&

& alterum alterius vires extenuat impediens, ne juxtà propriæ virtutis mensuram motum concipiat.

Ex his quæ hætenùs dicta sunt, illud satis constare videtur, quòd animal eatenùs in motu difficultatem ac resistantiam percipit, quatenùs multum impetùs concipere debet, ex quo musculorum contentio oritur, neque tamen ea sequitur motùs velocitas, quæ tanto impetui responderet, dum submovendo impedimento maximam virium partem impendit impetum imprimens: unde fit plurimum influentis spiritùs animalis absumi in tam diuturnâ, vel tam validâ musculorum contentione, ac proinde lassitudinem sequi, atque aliquando etiam contentorum musculorum dolorem, cum id non contingat sine aliquâ partium compressione aut distensione. Quò igitur velociùs moveri potest animal pro ratione concepti impetùs, eò minorem percipit in submovendo impedimento difficultatem; & quidem maximè si alternâ contentionis ac remissionis musculorum vicissitudine labor mitescat.

Curiosius autem inquirenti, quam Rationem habeat motoris impetus ad impetum corpori, quod movetur, quatenus movetur, impressum, ut aliquatenus satisfaciam, assero ut minimum duplam esse, non quidem intensivè, aut extensivè; sed entitativè. Quatenùs, inquam, movetur, hoc est quatenus vincitur ejus resistantia: cæterum potentia movens in se producit, & in mobili æqualem impetum; sed quemadmodum ubi calor frigori permiscetur illud vincens, non percipitur nisi quatenus excedit vim frigoris, ita impetùs oneri impressus eatenus movet, quatenùs ejusdem resistantiam superat: Hunc autem excessum subduplum impetùs motoris satis probabili conjecturâ affirmo. Illud enim hoc mihi suadet, quòd motoris virtutem metitur excessus impetùs, quem ille habet suprâ impedimenti resistantiæ: resistantiæ autem modus, ut sæpiùs dictum est, ex velocitate motùs, quæ concilianda est gravitati corporis submovendi, desumitur; hoc enim ideò resistit partibus ex gr. 100 impetùs, quia si solùm fuerint 100 partes impetùs, fieri non potest ut moveatur tantâ velocitate, sed pluribus impetùs partibus indiget: excessus igitur virtutis motoris æqualis est ut minimum resistantiæ mobilis; atque adeò tota virtus motoris, hoc est impetus ab eo conceptus, æquivaleret tùm resistantiæ mobili

lis

lis juxta mensuram requisitam ad motum, qui sequitur, tùm principio motûs ejusdem mobilis: atqui motus hic æqualis est motui, cui illud resistit, totus igitur impetus motoris duplus est impetûs, qui motum efficit in mobili, quatenus movetur.

Hinc est eodem conatu motoris disparem effici motum, si potentia æqualiter moveatur cum mobili, ut constat: quia nimirum impetus mobili impressus inæqualem habet intensiōnem, quamvis entitativè æqualis sit. Si enim tota motoris virtus sit 20, & decem impetûs particulas resistantiam superantes mobili imprimat, in quo intensio fiat ut 1, in mobili gravitatis fefquialteræ, particulae eadem decem impetûs intensiōnem efficiunt ut $\frac{1}{2}$; quare & hujus motus erit subsesquialter, ac proinde motor, qui æqualiter cum mobili movetur, etiam tardiorē habet motum, quàm cùm motum priori mobili conciliabat.

Patet igitur ex his nunquam fieri posse, ut corpus grave minoris aut æqualis virtutis alterum moveat ita, ut planè in velocitate consentiant; illud enim corpus minùs aut æquè grave concipere non potest impetum, qui & sibi ad motum sufficiat, & alteri impetum imprimat: finge scilicet animo fuisse impetum impressum corpori æquè vel magis gravi; hîc utique cum non excedat resistantiam mobilis, nullum efficere potest motum; igitur neque impressus fuit impetus, ne sit omninò inutilis. Quòd si eâ ratione disponantur ut motor velociùs moveri possit quàm mobile, jam fieri potest, ut à minore majus moveatur: nam si motor certâ quâdam velocitate movere possit pondus unius libræ motu sibi æquali, eodem conatu & eadem velocitate se movens movebit pondus centum librarum, si hoc ita sit dispositum, ut centuplo tardiùs moveatur: quia nimirum idem entitativè impetus in hoc pondere centuplo remissior, quàm in pondere unius libræ, sufficit ad motum centuplo tardiorē. Motus siquidem centum librarum subcentuplus in velocitate, æqualis est motui unius libræ centuplo in velocitate; si enim libra percurrit centum spatij digitos sibi succedentes in longitudine, pari tempore centum libræ percurrunt quidem unicum digitum longitudinis spatij, centum tamen spatia digitalia percurrunt, singulae scilicet libræ digitum.

CAPUT

CAPUT V.

In quo Machinarum vires sitæ sint.

Potentiam oneri movendo cæteroqui imparem præstare posse, si machina adhibeatur, quotidiano experimento discimus; adeò ut ipsa unica pluribus potentiis machinâ destitutis virtute æqualis sit, & quæ pondus solitatum ac simplex loco prorsus movere non poterat, ubi se ad machinam applicuerit, jam non ponderi tantum, sed & machinæ motum conciliet. Quid ergo illud sit, ex quo hujusmodi virium incrementum oritur, hîc pervestigandum est; & ad illud causæ genus revocatur, quam Scholæ Formalem appellant; est scilicet ratio, per quam fit, ut sit, atque dicatur Machina: hoc autem incrementum virium, ut ex dicendis constabit, ex machinæ figurâ pendet secundum quam potentiæ, & ponderis motus sibi invicem pro ratâ portione respondent.

A machinâ quâ machina est, potentiæ moventis vires non augeri certum est; nihil enim illi interioris virtutis impertitur, & quâ machina est, ab omni innatâ gravitate sejuncta intelligitur: vectis siquidem, ferreus sit, sive lignens, machinæ rationem non immutat, si sola intercedat materiæ gravioris aut levioris disparitas.

Quòd si facilius ferreo vecte tricubitali deorsum premens attollas saxum, quàm si ligneo vecte pariter tricubitali utaris (quia nimirum ferreus vectis habet sibi adnexam ex gravi materiâ, quâ constat, potentiam, quæ deorsum urgendo te juvat, ut saxum attollatur,) id planè esse extra vectis naturam, quâ vectis est, manifestum erit, si non deorsum, sed sursum, aut à lævâ in dextram connitendum sit, ut duo connexa disjungas; tunc enim ferrei vectis gravitas sustentanda laborem potius creabit, quàm ut præ simili ligneo vecte motum huic faciliorem reddat. Quare præter Mechanicæ facultatis institutum machinis accidit, ut gravitate suâ potentiæ moventis vires adaugeant, non quidem illam immutando, factò interiore virtu-

tis

tis additamento; sed aliam potentiam, quæ conjunctis cum illâ viribus agat, consociando.

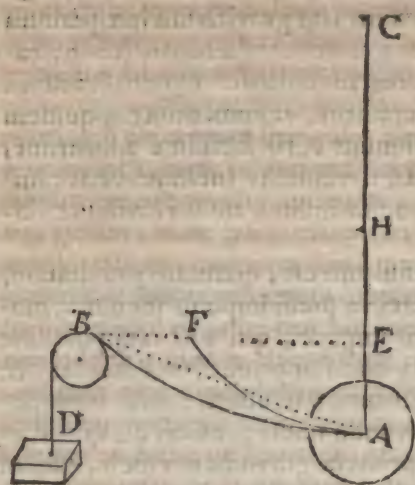
Sed & illud animadvertendum est, vix unquam fieri posse, ut potentia movens nihil prorsus impedimenti à machinâ recipiat: sive enim machinæ ipsius pars aliqua gravis elevanda est; sive membrorum, in quæ machina distribuitur, invicem confligentium, seque vicissim terentium asperitas obstitit; sive motus (ut machinæ ipsi, cui applicatur potentia, obsecundet) à suâ directione inflectitur; sive quid hujusmodi intercedit, quod aliquid de motûs velocitate imminuat, quæ cæteroqui conceptum potentiæ ab omni machinâ absolutæ impetum consequeretur. Ex his tamen aliqua sunt, quæ ita motui potentiæ officiant, ut ad retinendum onus juvent; hujus siquidem gravitas minùs adversùs potentiam valet, si & ipsum, quia machinæ illigatum à recto in centrum gravium tramite deflectere, vel mutuum partium se terentium conflictum vincere cogatur, ut vim potentiæ inferat. Verùm hæc, quamvis, ubi res ad praxim deducitur, per incuriam dissimulanda non sint, sub staticam considerationem hîc non cadunt, ubi machinarum vires expenduntur; harum enim figura perindè attenditur, atque si nihil adjumenti, nihil detrimenti ex materiâ accederet.

Ad rem itaque propiùs accedentibus recolenda sunt ea, quæ in superioribus hujus libri capitibus disputata sunt, proximam videlicet motûs effectricem causam impetum esse sive ab interiore virtute manantem in iis, quæ sponte suâ moventur, sive extrinsecùs aliunde impressum iis, quæ naturâ repugnante per vim cientur: ex cujus impetûs intensione, quatenùs omnem resistantiam superat, motuum velocitas oritur: nunquam autem à velocitate aut tarditate motum sejungi posse certum est, quippe qui nec sinè spatio per quod decurratur, nec sinè partium sibi certâ lege succedentium continuatione ac serie intelligi potest. Quare & resistantiæ momenta tum ex corporis movendi gravitate, tum ex velocitate componi sapiùs innuimus, ut hinc innotescat fieri facilè posse, ut, sicut ejusdem gravitatis resistantiâ inæqualis est, si velocitate inæquali movenda sit, & gravitatum inæqualium disparia sunt resistantiæ momenta, si Ratio, quæ ex gravitatum & velocitatum Rationibus componitur, sit Ratio Inæqualitatis, quia gravior velocius,

cius, minùs gravis tardiùs movetur; ita gravitatum inæqualium par sit resistentia, si quæ inter gravitates intercedit Ratio, eadem reciprocè inter velocitates inveniatur. Quemadmodum enim quæcumque calori adversantur, vehementiorem quidem validissimè respuunt, tenuissimùm verò facillimè admittunt; haud dispari ratione pondera, si velociùs incitare velis, impensiùs reluctantur, minimo ac tardissimo motui levissimè obfistunt.

Quoniam igitur naturâ definitum est, quantam gravitatem, quantâque velocitate, pro certâ impressi impetûs mensurâ, movere possit Potentia concepto impetu, qui pro ratâ portione respondeat imperui quem illa oneri imprimit, ut Potentia, & onus æquali velocitate moveantur; satis constat eandem impetûs mensuram parem esse movendo oneri graviori, si quâ Ratione posterior hæc gravitas priorem gravitatem vincit, eadem Reciprocè Ratione prioris velocitas posterioris tarditatem superet; utrobique scilicet par est resistentia, ac proinde ab eadem potentiâ vinci potest. Cum enim ea, quæ simul æqualiter moventur, æquali impetu ferantur; si Potentia tam tardè moveretur ac pondus per machinam, indigeret impetu ex. gr. subquintuplo ejus quo illa movetur quintuplo velociùs ac ipsum Pondus. Verùm impetus hîc subquintuplus ineptus esset ad oneris resistentiam quintuplo ferè majorem vincendam; sed solum superare posset ac movere $\frac{1}{5}$ ponderis. Quinque igitur impetus huic æquales possunt totam resistentiam superare. Cum itaque in motu quintuplo velociori Potentiæ sit verè impetus quintuplus, poterit etiam elevare pondus, quod est quintuplo majus, quàm sit $\frac{1}{5}$ ipsius. Verùm hîc ubi de motûs velocitate sermo est, non is quidem absolutè accipiendus est; sed quâ parte gravium naturæ repugnat: si enim plumbeus globus A ex C dependeat funiculo CA, & circa versatilem orbiculum B stabili axi infixum ducatur filum connectens globos A & D, certum quidem est globum A, si usque ad B perveniat, tantundem spatij in arcu AB percurrere, non tamen tantundem ascendere, quantum globus D secundùm rectam BD descendit; sed ascensum metitur AE, nimirum Sinus Versus arcûs AB, qui minor est eodem arcu (arcus siquidem major est rectâ AB lineâ ipsum sub-

Y



tendente, quæ opposita recto angulo E major est quam trianguli basis AE) ac propterea resistentiæ momenta non ea sunt, quæ ex velocitate motus AB, sed AE, & ipsâ globi A gravitate componuntur. Ex quo fit globum D quamvis minorem posse globo A graviore præstare, ac illum ad certam altitudinem elevare, ut cuilibet experiri licet, cum tamen illi ascensum suo descensui æqualem nullatenus conciliare possit.

Quod si idem globus A ex breviori funiculo HA dependeat, experimento constat opus esse globo D gravitatem addere, ut valeat illum per arcum AF elevare ad eandem altitudinem AE: magis quippe laboriosum est breviori motu AF, quam longiore motu AB ad eandem altitudinem ascendere; atque adeo plus virium in D requiritur, ut globo A majorem impetum imprimat, ex cuius intensiōe plus singulis temporis momentis ascendat in hoc posteriore motu, quam in priore. Ne tamen motui globi D tribue mensuram arcus AB sed rectæ AB.

Sicut autem ubi potentiæ & oneris æquales esse debent motus, potentiæ vires gravitate oneris majores esse oportet, ut vim illi inferant; ita pariter ubi potentia & onus in motuum velocitate dissentiunt, & illa quidem velocius, hoc tardius movetur, necesse est majorem esse Rationem Potentiæ ad Onus (licet illa minor sit onere) quam sit Ratio tarditatis hujus ad illius velocitatem; ut scilicet ratio Potentiæ ad onus, quæ ex motuum, & virium Rationibus componitur, sit Ratio majoris inæqualitatis. Sit ex. gr. Ratio motus Potentiæ ad motum Oneris ut 3 ad 2; si Ratio virium potentiæ absolutè sumptæ ad gravitatem oneris sit Reciproce ut 2 ad 3, Ratio ex his Rationibus composita est Æqualitatis, scilicet 1 ad 1, & motus nullus sequitur; multo minus si fuerit Ratio minor quam 2 ad 3; proveniret

niret enim Ratio minoris Inæqualitatis : debet ergo esse major Ratione 2 ad 3. Sit ex hypothefi Ratio 4 ad 5 ; jam Ratio composita ex Rationibus 3 ad 2 , & 4 ad 5 , est Ratio 6 ad 5 majoris Inæqualitatis.

Neque hoc ita dictum intelligas , quasi motus ipse Potentiæ , ejusque velocitas , efficiendi vim haberet ; sed ex ipsâ majore potentiæ velocitate innotescit impetum , qui radix est motûs , minus invenire impeditenti ex onere , quod minus resistit , eo quod tardius movendum est , quam si æqualem velocitatis gradum cum potentiâ fortiri deberet. Quare licet potentia minor sit , ac pauciores entitativè particulas impetûs producere valeat , quàm potentia major , satis in aperto est fieri posse , ut potentia major majorem inveniens resistantiam nequeat impetum imprimere , ac movere onus , quod movebitur à minore potentiâ , si onus idem minus resistat , cum sit tardius movendum : impetus enim à minore potentiâ oneri impressus satis est ad vincendam minorem hanc resistantiam ; cum tamen potentia major non satis habeat virtutis , ut eam impetûs mensuram oneri imprimat , quæ majorem illius resistantiam superaret.

In eo igitur totum Mechanices artificium consistit , ut sua instrumenta ita disponat , locisque congruis ita Potentiam , & Onus collocet , ut Potentiæ motus velocior sit præ motu Oneris : tum horum motuum Ratione attentè perspectâ definies , quænam Potentia datum Onus movere , vel quodnam Onus à datâ Potentiâ moveri queat ; si nimirum Potentiæ vires ad oneris gravitatem majorem habeant Rationem , quàm sit Ratio motûs Oneris ad motum Potentiæ : Neque enim Machina aut Potentiæ vires auget , aut oneris gravitatem minuit , sed Ponderis resistantiam ad Potentiæ virtutem accommodat.

Physica autem causa hæc est , quia impetus à Potentiâ productus , qui in onere minori movendo æque velociter cum potentiâ majore haberet intensionem , in onere majore sed tardius movendo minorem quidem habet intensionem , sed quæ satis est pro minore resistentiâ. Fac enim oneris particulas graves esse 20 , illique à Potentiâ aliquâto graviore imprimi particulas 100 impetûs , quibus vincitur Oneris resistantia : intensio in singulis particulis gravitatis est particularum impetûs 5 , juxta quam intensionis mensuram sequitur motus æque velox Potentiæ & oneris ,

hujus quidem per vim sursum; illius verò juxtà naturam deorsum. Sit adhuc eadem Potentia 5; sed offeratur Onus, ejus particulæ gravitatis sint non jam 20; sed 50: Potentiæ virtus est eadem; quapropter non nisi resistantiam vincere potest, cui vincendæ sufficiant particulæ 100 impetûs; hæ autem in Onere graviore ut 50 efficerent solum intensiorem ut 2: Non igitur Potentia & onus æquè veloci motu, qui respondeat intensiōi ut quinque, sicuti prius, moveri poterunt; sed ut onus moveri possit, impetumque à potentiâ recipere, opus est ita illud collocare, ut quod magis Ratione gravitatis resistit; eò minùs ratione tarditatis motûs resistat, seque eâ ratione temperent duæ hæ resistantiæ, ut una confletur resistantia non major illâ, quæ oriebatur ex onere gravi ut 20 æqualiter movendo: id quod fiet, si motus Potentiæ, quatenus machinæ applicatur, ad motum oneris sit ut 5 ad 2 in Reciproca Ratione intensiōum impetûs producti. Quare motus Potentiæ ad motum oneris est duplus sesquialter, quemadmodum posterior hæc oneris gravitas ut 50 est prioris gravitatis ut 20 dupla sesquialtera: atque hinc manifestum est particulas gravitatis 50 resistentes ut 2 ratione motûs comparati cum motu potentiæ, requirere particulas 100 impetûs, quemadmodum particulæ gravitatis 20 resistentes ut 5 ratione motûs comparati cum motu ejusdem Potentiæ requirunt particulas 100 impetûs. Quid igitur mirum, si potentia eadem eodem conatu movet onus ut 50 velocitate ut 2, quo conatu movet onus ut 20 velocitate ut 5?

Servatur itaque perpetua quædam justitia inter potentiæ vires, oneris gravitatem, spatia motuum, ac tempora; quod enim decrescunt potentiæ vires, aut oneris gravitas augetur, eò breviora sunt spatia, & longiora tempora motuum ipsius oneris; sed ampliora spatia motuum potentiæ debilioris, quæ præ onere velocius movetur. Hinc dato onere graviore submovendo, aut potentiam augeri, aut, si illa immutata permaneat, oneris motum imminui, seu potentiæ motum augeri necesse est: Te-
nui enim potentiâ ingens pondus citò moveri non potest.

Formalem igitur Machinæ Rationem, quâ Machina est, in eo sitam esse deprehendimus, quod ea figura sit, quæ potentiæ, & oneris motibus legem ita statuat, ut Potentia velociter, Pondus lentè moveatur; sic enim fit, ut minor oneris resistantia vir-
tutē

tuti vim movendi, etiam si minorem, habenti pro ratâ portione respondeat. Satis igitur erit, ubi singularum machinarum vires expendendæ erunt motuum inire rationes, qui ex machinæ agitatione oriuntur: nam si Potentia præ Onere velocius moveatur, operæ pretium faciet Machinator; modò non adeò tenuis sit motuum Ratio, ut quicquid utilitatis ex machinæ figurâ accedit, deferatur ex partium se terentium conflictu; nam perinde esset, ac si oneri gravitas adderetur.

Ex his liquet à non paucis plus operæ laborisque consumptum, quàm par esset, ut Aristoteli adhærent in referendis machinarum viribus in circuli naturam planè admirandam: *Quapropter inquit initio qq. Mechan. non est inconveniens ipsum miraculorum omnium esse principium. Ea igitur quæ circa libram sunt, ad circulum referuntur; quæ verò circa vectem, ad ipsam libram; alia autem ferè omnia, quæ circa mechanicas sunt motiones, ad vectem.* Nisi enim fucum veritati faciamus, quæ demum miracula ita circulum à reliquo figurarum vulgo fecerunt, ut in eum admiratio omnis corrivata confluat, nec nisi hinc in cæteras derivetur? An quòd linea eadem, quâ circuli ambitus definitur, omnis latitudinis expers, cava pariter atque convexa amico fœdere copulat, quæ sibi invicem repugnant? Cavum si quidem à convexo, quæ recto interjecto discriminantur, perinde dissidere censemus, atque minus à majori, inter quæ sibi adversantia id, quod æquale est, intercedit. At hæc ita vulgaria sunt, ut non Hyperbolæ solùm, ac Parabolæ, aut Nicomedis Conchoidi, aut Archimedis Spiralibus, aut Dinostrati Quadratici, cæterisque omnibus extrâ Geometricas leges curvis lineis communia sint; verùm etiam in angulo quocumque rectilineo facilè ab omnibus observentur; cum lineæ rectæ, quibus inclinatis angulus constituitur, hinc quidem sibi mutuis nutibus annuere, hinc verò abnuere videantur; quibus oppositis nutibus media pariter interjacet directâ positio, omni inclinatione submotâ.

An ipsâ nascentis Circuli exordia admiratione non carent, quòd æquè ex Radij ejusdem in centro subsistentis quiete, ac circumlati motu oriatur? Sed quid hæc in circulo potius suspiciamus, quàm in Helice, cui genesis haud dispar contingit? Quòd si circulo primas ideò deferendas existimemus, quòd

in se recurrens peripheria ibi sui motus terminum inueniat, unde sumpsit exordium; & circumacta, quæ ex aduerso sunt, partes oppositis cieat motibus, ita ut progredientibus supremis infimæ regrediantur, & in ima detrudantur sinistra, dextris in altiora proVectis: Quid Ellipsim præiudicio repellimus? cum & hæc unico limite cavo pariter atque convexo in sese redeunte circumscripta in contrarias partes incitetur; nec à rectâ tantummodo lineâ alternis auctâ clementis, imminutâque decrementis altero terminorum quiescente, sed etiam (quod verè miraculo proximum est) utroque extremo flexilis lineæ in binis Ellipseos umbilicis defixo ab illâ in alios, atque alios angulos sinuatâ describatur.

At, inquis, in circulo semidiametri partes eodem impellente circâ centrum agitata ita dispari velocitate feruntur, ut earum tarditas aut concitatio intervallo, quo singulæ à centro absunt, sit analoga. Verùm & hoc Ellipsi, ac plano Helicoidi aliquatenus pro suo modulo commune est; semidiametri enim circumactæ puncta à centro remotiora velocius feruntur. Partes autem quiescenti centro propiores cunctabundas moveri, naturæ pro viribus opposita determinantis instituto consentaneum esse nemo non videt, qui tarditatem interjici videt quietem inter, ac motus velocitatem. Quare sapientissimo consilio factum, ut eorum, quæ firmo nexu invicem solidata subsistunt, vel particulæ omnes æquis passibus moveantur, vel si qua moræ dispendium subeat, finitimarum velocitas, servatâ aliquâ vicinitatis analogiâ minuatur: ne scilicet solutâ compage dissiliant.

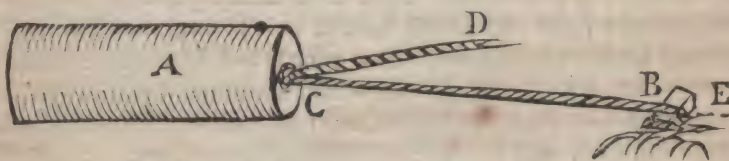
Quæ verò ad explicandum, cur ea, quæ centro propiora sunt, tardius in gyrum contorqueantur, Author illius libri *Quæst. mechan. comminiscitur de duplici motu*, naturali videlicet, ac præter naturam, quibus feratur ea, quæ circumlum describit lineæ (quasi breviorē lineam vis major à trahente centro illata magis à naturali motu, qui secundum Tangentem est, deflecteret) ea sunt, quæ facillimè corruant, & minimè cum Aristotelis doctrinâ cohæreant, qui lib. 1. de Cælo. summa 4. circularem motum & simplicem, & naturalem,

naturalem, & priorem recto disertissimè pronunciat; *Perfectum enim*, inquit text. 12; *prius naturâ est imperfecto*; *circulus autem perfectorum est, recta verò linea nulla*. Quis ergo in circulo motus præter naturam? *necessarium est*, ait text. 8. *esse aliquod corpus simplex, quod natum est ferri circulari motu secundum suam ipsius naturam*. Ea certè quibus insita est in motum propensio, in gyrum aguntur, ut sydera; aut saltem motu in se recurrente circulum æmulantur, ut ex cerebri & cordis systole ac diastole spirituum ac sanguinis circuitio oritur; aut plurium circularium motuum commixtione unum temperant motum, ut animalia cum progrediuntur; ossa siquidem, quibus membra subsistunt, ita à musculis commoventur, ut unumquodque sui motus centrum constituat in eâ finitimi ossis parte, cui sive κατ' ἐνάρπασιν, sive κατὰ διαρπάσιν flexili compage inferitur. At motu recto, ut potè brevissimo, nihil fertur, nisi cui ex naturæ instituto cedit quies certo in loco, à quo abstractum fuerit, eoque sibi redditum spontè remigrat. Nihil igitur præter naturam in circuli motu deprehendi potest, ex quo dispar illa intimarum atque extimarum partium velocitas petenda sit; cum vix alium natura per se exspectat simplicem motum præter circulares. Cur autem qui secundum rectam extremæ semidiametro ad perpendicularum insistentem lineam sit motus, naturalis censeatur? An quia gravia suis nutibus ad terræ centrum rectâ feruntur? Semidiametro igitur, nisi in verticali plano constituatur horizonti parallela, motus qui secundum lineam circuli Tangentem est, præter naturam continget, quippe qui à rectâ, quæ gravia in centrum dirigit, deflectat: & in circulo horizonti parallelo circumacta semidiameter nullo naturali motu agitabitur; nulla enim recta linea circuli Tangens in eo plano est, quæ lineæ directionis gravium congruat: & tamen quemcumque demum situm circulus ejusque semidiameter obtineat, eandem semper motuum analogiam servant partes pro ratione intervalli à centro, citrà ullam motuum naturalis, & præter naturam, commistionem.

Verùm mirifica sit circuli natura; quid hæc ad explicandam Mechanicarum motionum causam? an ut hanc ignotam fateamur, quia admirandam prædicamus? sed unico argumento, commenta hujusmodi disjiciamus. Si minor potentia majori ponderi

ponderi prævaleat, nullusque intercedat circularis motus, certum est hoc virtutis incrementum neque in Vectem, neque in libram neque in Circulum referri posse: adeoque principium aliud esse magis latè patens, à circulo absolutum: Atqui citrà omnem circularem motum minor potentia præpollet graviori ponderi: Manifestum est igitur frustrà ex circulo peti Mechanicarum motionum principium; sed illud esse, quod à nobis indicatum est, quippe quod, ubicumque reperitur, hoc efficit, ut minor potentia majori ponderi motum conciliet, nec is unquam sine illo contingit.

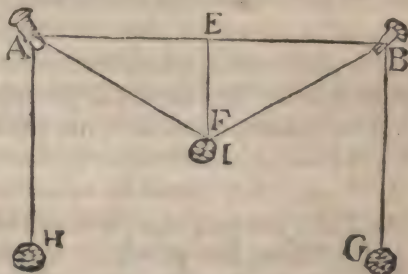
Assumptionis veritas ut innotescat, ingensque pondus tardè movendum à tenui virtute sine circulari motu propelli posse confirmem, non ego te in suburbanum campum deducam, ut tenerrimo germine suppullulanti incumbentes glebas demùm loco cessisse observes, aut marmora Messalæ scindentem caprificum obtrudam, turreſque longâ annorum serie labefactatas enatis fruticibus atque virgultis; ne mihi fortè herbescentes cuneos obtrudas, quos ad vectem, & circulum revocare velis.



Sed age raptandus sit in plano horizontali, aut inclinato, aut etiam elevandus sit ad perpendicularum cylindrus A. Experire primum quanto labore id præstes illum trahens illigato fune in C, & arreptâ extremitate funis B. Tum in B infixio firmiter paxillo ductarius funis alligetur; hic porro inseratur annulo C optimè ferruminato, & quoad ejus fieri poterit exquisitè polito, arreptâque alterâ funis extremitate D iterum trahe cylindrum, & quantò minori labore id perficias, tu te ipse docebis. At hîc nulla circuli vides miracula; hîc libra nulla; nullus hîc vecti locus: motus enim tum potentiae trahentis, tum cylindri, rectus est. Facilitatis autem discrimen non ex ullo circulari motu, qui nusquam apparet, sed ex eo oritur, quod primum potentia & onus æqualiter moventur; postea verò cylindri

dri velocitas subdupla est velocitatis potentiae; quia cum ex C cylindrus venit in B funis ultra B extenditur juxta longitudinem CB usque in E; ac propterea motus potentiae duplus est, scilicet CE.

Statue item in pariete puncta duo A & B (quo autem majore intervallo disjuncta fuerint, res melius succedet) ibique clavos rotundos nihil habentes asperitatis infige. Tum pondera duo H & G aequalia assume, eaque funiculo nullis nodis aspero, sive serico crudo, sive crinibus equinis connexa impone claviculis A & B, ut liberè ex iis dependeant: suâ autem gravitate



funiculum AB intentum Horizonti parallelum servabunt, & neutro prævalente ob gravitatis æqualitatem prorsus immota consistent. Elige jam pondus tertium I, quod alteri datorum H & G æquale sit, aut etiam singulis aliquantò minus; illudque in E extento funiculo AB adnecte: statim pondus I secundum rectam EF descendens videbis; pondera autem H & G per rectas HA, & GB ascendunt, quâ mensurâ funiculi inflexi partes AF, BF simul sumptæ excedunt rectam AB. Nullus igitur motus circularis hîc est; sed omnes recti ad perpendicularum, & tamen potentia I minor commovet majus pondus, quod ex H & G conflatur.

Id autem ideò contingere, quia motus EF descendens I major est motu ascendentium H & G, hinc manifestum est, quòd pondus I usque ad certum terminum descendit, ibique subsistit: quòd si illud manu apprehensum adhuc deorsum trahens eleves pondera H & G, ubi manum indè abstraxeris, pondera H & G prævalent, ac descendunt elevat pondus I ad certum illum terminum, ubi sponte subsistit: quia nimirum ultra illum terminum non jam major est Ratio ponderis I ad pondera HG, quàm sit Ratio motuum H & G ad motum I. Hæc autem inferiùs, ubi de librâ & Æquilibrio sermo erit, paulò fusiùs & dilucidiùs explicabuntur; nunc enim satis est

Z

pro institutâ disputatione ostendisse minorem gravitatem præpollere citrà omnem motum circularem.

Ratum itaque esto ad nullum certum machinæ genus cetera esse revocanda; sed omnibus commune esse principium, ex quo vires desumunt; impetûs scilicet à potentiâ producti proportio ad ponderis resistantiam (quæ eò minor est, quò tardiùs moveri debet) ea est, quæ motûs facilitatem conciliat; nullus quippe adeò tenuis impetus reperitur, cui lentissimus aliquis motus non respondeat, si intereâ à velociori motu potentia non prohibeatur. Ubi autem de potentiâ velocitate sermo est, non ea intelligatur, quæ esset, ubi præter se nihil ipsa moveret, absoluta ab omni resistantiâ; sed eam velocitatem intellige, quæ comparatè dicitur, ubi ejus motus cum oneris motu confertur. Semper tamen impetus, qui in Potentiâ reperitur quatenus excedit resistantiam ponderis, majorem in eâ intentionem habet, quàm in pondere, quamvis pares entitativè sint impetus Potentiæ, & oneris. Hæc autem clariùs patebunt lib. 4. cap. 1.

CAPUT VI.

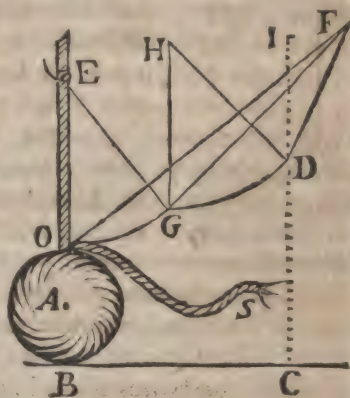
Quid attendendum sit in Machinæ collocatione, atque materie.

Quamvis instructarum Machinarum vires ad calculos revocentur inspectâ earum figurâ, ut Potentiæ atque oneris motus invicem comparentur; quo tamen loco & situ Machina ipsa collocetur, dispiciendum est, ut innotescat, quanta illi vis inferatur tùm ab oneris gravitate, tùm à potentiæ conatu: ex hoc siquidem decernendum erit, quàm solidam construere oporteat Machinam. Quotus enim quisque est, qui ignoret longè solidiorem requiri machinam, si ex illa dependeat, aut illi incumbat onus, quàm si non machinæ; sed subjecto plano, innitatur idem pondus, aut aliunde dependeat? alia scilicet sunt gravitatis momenta contrà virtutem sustententem etiam citrà motum, alia verò momenta, quatenus motui adversatur. Hinc

Hinc operæ pretium fuerit non contemnendum, si res ita à Machinatore disponantur, ut pondus, quàm minimum fieri possit, à machinâ sustineatur: hâc enim ratione fiet, ut longius avertatur periculum luxationis aut fractionis membrorum, quibus machina distinguitur, etiam si exilior illa fuerit; & machinæ gravitas aliqua subtrahetur, dum moles ipsa minuitur, atque proinde movendi oneris difficultas non augebitur ex machinâ; quæ etiam minore impendio parabitur.

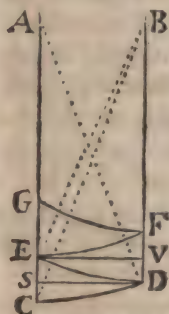
Sit exempli gratiâ pondus A, quod sit trochleâ attollendum in D. Poterit id duplici ratione fieri; primum raptando illud in plano Horizontali ita, ut ex B veniat in C, tùm alligatâ trochleâ in I illud attollendo ad perpendicularum usque in D: cum raptatur, totum incumbit pondus subjecto plano; cum attollitur, totum ex trochleâ dependet. At si trochleâ utaris, de cujus firmitate subdubites, & loci dispositio ferat, ut possit ex E & H onus suspendere, res facilius perficietur. Pondus enim A adnecte funem OE, ex quo pendere possit in E, ac præterea tantumdem funis OS liberè vagantis; trochleam autem alliga in F: ubi verò ope trochleæ adduxeris pondus ex O in G, tùm funem OS liberè vagantem eleva, ac benè intentum adnecte in H, ut jam pondus ex H dependeat ad perpendicularum: Ex hoc fiet, ut resoluti fune OE, liberèque vagante, ope trochleæ in F alligatæ adducas pondus ex G in D multò minori labore, quàm si ex B in C illud raptâsses, & ex C in D sustulisses. Constat autem pondus idem minùs cerni adversùs lineas FG aut FD, quàm adversùs perpendiculares HG aut ID, ex iis quæ disputata sunt lib. 1. cap. 15, ac propterea etiam minùs dubitari potest de trochleæ firmitate.

Hoc autem compendium elevandi pondera perinde, atque si per planum inclinatum attollerentur, ea scilicet suspendendo atque obliquè trahendo, ubi in praxim ritè deduxeris, appa-



rebit quanto labori, & quàm magnis sumptibus parcatur: cum neque vincendus sit partium tritus atque conflictus inter pondus, ac subiectum planum, neque sternendum sit multo robore planum ipsum, quod oneri sustinendo non impar sit. At ubi funem E O, quoad ejus fieri poterit, intenderis, aquâ largiter imbuo; hoc enim fiet, ut sese contrahens etiam paulò intensior, atque ad destinatum opus evadat aptior.

Quæ cum ita sint, alia se offert methodus elevandi pondera non levi laboris compendio, si nimirum duplex adhibeatur



trochlea, altera quidem in A imminens ponderi ad perpendicularum, altera verò in B. Adhibita igitur trochlea B elevabit pondus ex C in D, ibique totum ex B pendebit: tum vicissim trochleâ A utere, & ex D in E ascendet pondus, quod ibi totum ex A pendebit: iterum igitur adhibe trochleam B, ut ex E in F ascendant; atque vicissim, adhibita trochleâ A ascendet ex F in G; & sic deinceps.

Ubi vides motum ponderis ascendentis per arcus C D E F G majorem esse quàm si rectâ ad perpendicularum elevatum fuisset ex C in G. Quia verò altitudines perpendiculares singulis arcibus respondentes subinde majores fiunt, propterea plus virium à potentia movente adhibendum est in progressu. Quâ autem Ratione altitudines illæ perpendiculares crescant, facile innotescet, si arcuum singulorum Sinus versus suis Radiis respondentes ad calculos revocaveris; arcus enim superiores & plurium esse graduum, & ex Radio minori, manifestum est: distantia autem parallelarum A C, B D perpendicularium eadem semper est; quapropter & æquales lineæ sunt Sinus Recti arcuum inæqualium in circulis inæqualibus, videlicet arcuum majorum in circulis minoribus. Quamquam nec omninò necesse est ita singulis tractionibus pondus attollere, ut ad perpendicularum dependeat, si maximè trochleæ invicem non modicum distarent; sed sufficeret alternis operis trochleas agitare, ut ascendens pondus modò ad hoc, modò ad illud perpendicularum accederet, ita tamen ut ultrò citròque transgrediatur perpendicularum, quod medium cadit inter extremas A C & B D; alioquin

alioquin par non esset utriusque trahentis labor. Caterum fatius est A & B parum distare.

Ut autem exemplo aliquo res manifesta fiat, statuamus altitudinem AC esse pedum 70, distantiam verò AB pedum 30, cui æqualis est ea, quæ ex D cadit perpendicularis in AC, scilicet DS. Quare in triangulo ASD rectangulo nota est Hypothenusa AD, quæ æqualis est ipsi AC, & nota est Basis SD. Atqui constat Perpendicularum AS esse medio loco proportionale inter summam atque differentiam Hypothenusæ ac basis, scilicet inter 100 & 40; igitur ducta prima in tertiam, videlicet ducta summa in differentiam dabit 4000 Quadratum Mediæ (hoc est perpendiculari AS) cuius Radix ped. $63\frac{1}{4}$ fere est Perpendicularum AS. Igitur elevatio CS est ped. $6\frac{1}{4}$.

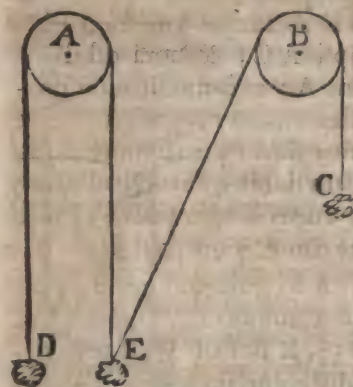
Cum itaque BD æqualis sit ipsi AS (jungunt enim parallelas æquales AB & SD) iterum in triangulo BVE rectangulo nota est Hypothenusa BE ped. $63\frac{1}{4}$, & Basis EV est ped. 30. Quare inter summam ped. $93\frac{1}{4}$, ac differentiam ped. $33\frac{1}{4}$ mediæ proportionalis ped. 55. 67. est Perpendicularum BV; atque adeo elevatio DV est ped. 7. 58. major quàm CS. Et sic de reliquis.

At statue distantiam AB solum ped. 10: reperies perpendicularum AS vix excedere ped. 67; quare elevatio CS erit ped. 3 fere; ac propterea etiam Perpendicularum BV erit paulo majus ped. 63. 94; & elevatio DV ped. 3. 06; & sic de cæteris.

Potentia verò elevantis motum metitur differentia, quæ inter lineas BC & BD intercedit: quando autem distantia AB est ped. 30, linea BC est ped. 76. 15; at cum est ped. 10, BC est ped. 72 $\frac{2}{5}$. Cum igitur in primo casu BD sit ped. $63\frac{1}{4}$, motus potentia est ped. $12\frac{9}{10}$; in secundo autem casu cum BD sit ped. 67; linea autem BC sit ped. $72\frac{2}{5}$, motus potentia est ped. $5\frac{2}{5}$. Quare in primo Ratio motus Potentiæ ad motum ponderis est $12\frac{9}{10}$ ad $6\frac{1}{4}$, in secundo Ratio est $5\frac{2}{5}$ ad 3: & factâ reductione ad alias denominationes, prima Ratio est 86 ad 45, secunda Ratio est 29 ad 15, quæ si ad eundem denominatorem 45 reducat, erit 87 ad 45. Constat autem majorem esse Rationem 87 ad 45, quàm 86 ad 45. per 8. l. 5. Majorem igitur Rationem habet motus Potentiæ ad motum ponderis, quan-

do A & B minùs distant, quàm cum separantur intervallo majore; atque adeò major est etiam movendi facilitas.

Quòd si rei hujus minimè dubium experimentum sumere placeat, ipsisque oculis rem totam subicere citrà omnem de-



ludentis phantasie suspitionem, firmetur in A orbiculus circà suum axem versatilis, & ex eo aequalia pondera D & E funiculo connexa dependeant ad perpendicularum; quæ propter gravitatis æqualitatem immota permanent. Tum in B firmetur orbiculus circà suum axem pariter versatilis, & assumatur pondus C ponderi E æquale, cui adnectatur funiculo EBC. Si manu retineas pondus C, ne gravitet, per-

sistit pondus E in suo perpendicularo: jam manu retine pondus D, ne prorsus moveatur, ac dimitte pondus C, videbis hoc quidem descendere, pondus verò E ascendere, donec ex B dependeat, & in æquilibrio cum pondere C subsistat. Iterum retine pondus C, & dimitte pondus D, pariterque pondus D descendens videbis, E verò adhuc ascendens; & sic deinceps usque eò, dum pondus E unicuique ambobus D & C æquipolleat, ut superiori capite indicatum est. Id igitur quod à ponderibus D & C præstatur, à quâlibet potentiâ æquali in D & C constitutâ præstari posse manifestum est. Si itaque simplicibus orbiculis fit, ut pondus æquale possit prævalere, multò magis id fiet, si trochleæ adhibeantur.

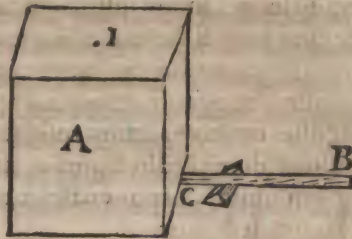
Ex his apparet, quid & in cæteris machinarum generibus, analogiâ servatâ, dicendum sit, ex quarum opportunâ collocatione facilitas movendi augentur. Si enim, exempli gratiâ, cubus A marmoreus elevandus fuerit vecte BC, multò facilius id fiet, si ille supponatur cubo, quàm si ex I ad perpendicularum elevaretur eodem vecte suspensum: ex I scilicet totus cubus à vecte sustineretur; at subiectus vectis

BC

BC ita cubum sustentat, ut etiam reliquo latere cubus idem subjecto plano incumbat.

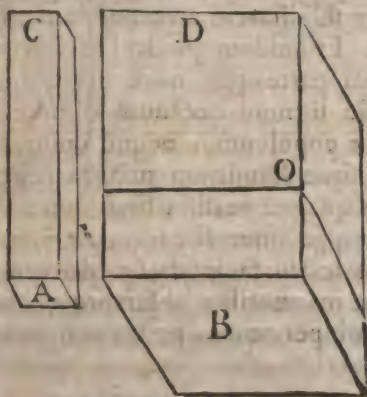
Quemadmodum autem non quemlibet vectem cuiuslibet oneri elevādo parem esse omnes intelligunt; sed habita ratione materiæ, ex quâ constat, congrua soliditas ei tribuenda est; ita pariter in cæteris omnibus, quæ huc spectant (sive sint machinarum membra, sive paxilli sint aut tigilli, quibus machinæ adnectuntur) materiæ soliditatem attendendam esse manifestum est, ne frangantur. Et quidem quod ad materiam attinet, non omnium solidorum partes pari nexu cohærent, sed alia aliis fragiliora sunt: sic lignum quernum difficiliter frangitur, quàm fraxineum aut populeum: neque enim in omni ligno æque operosa similisque staminum textura reperitur; cum etiam lignum idem quaque versum findi non possit pari facilitate; permagni quippe interest, recta ne juxta venarum ductum? an obliquè? sectio facienda sit. Id quod in ipsis quoque lapidibus, atque marmoribus observare quandoque necesse est, ubi non æquè per omnes partes compacta materia venas habet scissioni maximè obnoxias. In metallis pariter eorum natura consideranda est; mollisne illa sit, ac flexibilis? an verò dura? ut eam, quam semel induit figuram, constanter retineat. Ex quo fit, ut pro materiæ dissimilitudine dispar etiam crassities requiratur: quis enim nesciat, quantum ligneum inter ac ferreum ejusdem molis vectem intersit?

Verùm illud potius considerandum videtur, quod ad soliditatem ipsam spectat, etiamsi materies diversa non sit; pro variâ enim crassitudine mutatur frangendi difficultas; & quia in mole majori plures insunt partes divisioni resistentes, frangendi pariter difficultas augetur pro Ratione multitudinis partium, si cætera paria sint. Dubitare videlicet nemo potest à duplici partium dividendarum numero duplicem oriri resistentiam. Si cætera, inquam, sint paria; nam si filum sericum ut rumpatur, requirit vim ut unum, & decem fila serica paris crassitiei



crassitie ac longitudinis parallela simul posita requirant vim decuplam ; si in unum funiculum decem illa fila ritè contorqueantur, multò majorem vim quàm decuplam requiri, ut funiculus frangatur, manifestum est : quemadmodum & lignens tigillus multo validius resistit fractioni, quàm virgarum fasciculus eidem tigillo æqualis ; major est enim particularum unio, ubi in unum corpus coalescant, quàm ubi plura minora corpora constituentur.

Hinc si fuerint duo parallelepipeda quadrata A & B, quorum latera sint in Ratione quadruplâ, altitudines verò A C, & B D



æquales ; constat ex 32.

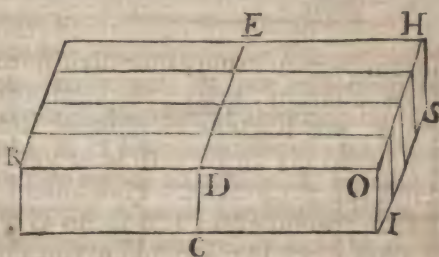
l. i i ea esse inter se ut bases ; bases autem sunt quadrata laterum ; igitur parallelepipedum B est sedecuplum parallelepipedi A. Finge sexdecim parallelepipeda ipsi A æqualia in fasciculum colligata, & scissionem faciendam juxta lineam O S vi oneris in O positi : certum est facilius frangi posse sexdecim illa parallelepipeda, quàm parallelepipedum B illis

omnibus æquale ; ut enim scindatur, curvari oportet vi oneris incumbentis ; illa autem sexdecim facilius curvantur quàm ipsum B. Id quod manifestum fiat, si virgam ex saliceto decerpens, eamque leniter inflectens observes, quâ quidem parte virga curvata est, tenerum corticem in rugas assurgere atque crispari, quâ verò parte convexa est, corticem distrahi atque distendi. Ex quo facile arguimus, quid durioribus corporibus contingat, quæ non adeò manifestè corrugari possunt ; flecti scilicet nequeunt, quin aliqua fiat interiorum partium compressio, & exteriorum distractio. Hinc in parallelepipedo B, quod flecti intelligitur, ut scindatur, partes, quæ circa O, comprimuntur ; quæ verò circa S, distrahuntur : huic autem motioni repugnant omnes particu-

la

le vi nexûs, quo unaquæque cum sibi proximè cohærentibus particulis colligatur. Cum autem sexdecim illa parallelepipedâ minora non sint invicem connexa, quemadmodum particulae omnes parallelepipedî B in unam molem coaluerunt, constat pauciores nexus facilius, quàm plures, dissolvi.

Hoc verò ut plenius atque apertiùs explicetur, intellige solidum longiusculum R S in plures tenues laminas plano R I parallelas divisum, sibi-que ita vicissim congruentes, ut earum extremitates constituent planum H I. Omnes hæc laminas secundum extremitates fulcris impositas pondus super D C constitutum adeò premat, ut curvari aliquantulum cogantur. Observabis illicò extremitates



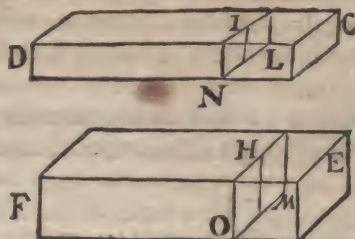
illas non jam ampliùs in eandem planitiem H I exæquari; sed eas quidem laminas, quæ cavitatem spectant, magis curvari; minus verò eas, quæ convexitati respondent, ac propterea extremæ laminæ extremitatem ab extremitate intimæ laminæ, quæ ponderi imposito cohæret, magis recedere, quàm intermediarum extremitates. Constat itaque in hoc motu singulârum laminarum particulas, dum curvantur, non iis respondere adhærentis laminæ particulis, quas priùs contingebant, cum omnis curvaturæ expertes erant, atque faciliùs potuisse singulas laminas moveri, quia nullo nexu invicem copulantur. Quòd si ex iis unum solidum R S planè integrum coalescat, manifestum est planitiem H I permanere, ac propterea, dum curvatur, necesse est, ut interiores particulae invicem connexæ distrahantur, cum nequeant alia ab aliis secedere, quemadmodum in laminis contingere observavimus. Hinc oritur major solidi, quàm laminarum, resistentia, ne frangatur. Non negarim tamen aliquando satius esse duobus mediocribus tigillis uti, quàm crassiore tigno illis æquali; quia nimirum alterutro labem patiente rimatvè agente, alter faciliùs integer perseverat; in crassiore autem tigno, si rimam du-

cere occæperit, periculum est, ne malum serpat juxta venarum aut fibrarum ductum. Cæterum sublato hujusmodi periculo, ubi reliqua paria sint, crassiora corpora difficilius franguntur.

Quare solidorum resistentia, ne frangantur, major est quam pro Ratione sectionum; hæc siquidem Ratio sectionum servari quidem intelligitur, si limâ aut serrâ secari corpora oporteat; illæ enim tantummodo particulæ resistunt, quæ sectionem admittunt; at ubi de fractione agitur, quæ præter motum particularum, quæ dividuntur, motum etiam aliquem exigit aliarum, quas comprimi aut distrahi opus est, plus, minus, pro Ratione vicinitatis, longè alia est Ratio, pro ut compressio illa atque distractio particularum facilius aut difficilius perfici poterit. Hoc autem ex ipsâ figurâ potissimum pendet: Solidi enim RS sectio CDE eadem quidem est, si vè illud circâ DE longiorem lineam, si vè circâ CD breviorē, curvari debeat, ut frangatur; sed non eadem est in fractione CD ac in fractione DE frangendi difficultas; nam cum propiores sint puncto D partes, quæ ad C , quàm quæ ad E sitæ sunt, constat has quidem magis cum circâ lineam CD curvatur solidum, illas verò, cum circâ lineam DE curvatur, minus distrahi oportere, ut fractio sequatur. Quò autem magis distrahi debent particulæ, quæ ex D verus E recedunt, magis interim comprimi necesse est eas, quæ ad D accedunt secundum lineam RO in plano RI . Major igitur est difficultas, si circâ breviorē lineam CD curve-tur, & fractio secundum longiorem lineam DE sequatur, quàm si contrâ curve-tur circâ longiorem DE , & fractio sit juxta breviorē CD .

Jam igitur si duo solida invicem comparentur, quæ ejusdem sint materiæ ejusdemque longitudinis, & in pari ab extremitatibus distantia frangi oporteat, statuatur in utroque solido punctum fractionis, per quod intelligatur planum secans similiter inclinatum, faciensque in utroque solido superficies, quas vocemus *Bases*. Item planum per quod movetur Potentia vim frangendi habens, ita productum intelligatur, ut Basibus prædictis simili inclinatione occurrens describat sectionum lineas, quas vocemus *Crassities*. Ut si fuerint duo solida

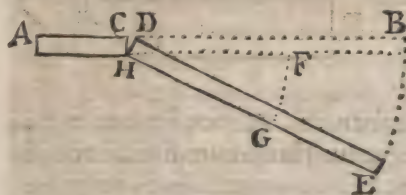
da CD & EF æqualis longitudinis, parieti infixa secundum æquales partes CI & EH, ut in punctis I & H fiat fractio, ex hypothesi. Si per ea puncta agantur plana similiter inclinata, erunt superficies IL & HM, quas vocamus hinc *Bases*. Jam in extremitatibus D & F æquè remotis à punctis I & H



sint Potentiæ vim frangendi habentes, & per lineam motus hujusmodi Potentiarum intelligantur plana cum simili inclinatione occurrentia basibus IL & HM, ponamusque communes horum planorum sectiones esse lineas parallelas, & æquales lineis IN & HO; quas sectiones vocamus *Craffities* solidorum, atque pro earum mensurâ usurpamus lineas IN & HO. Cum itaque frangendi difficultas oriatur tum ex numero partium, quæ separandæ sunt, has autem ipsæ Bases IL & HM definiunt, tum ex violento motu distractionis partium, qui ex ipsâ solidorum craffitie IN, & HO dignoscitur; illud consequens est, quod Resistentiæ solidorum Ratio ea sit, quæ ex Ratione Basium, & Ratione Craffitierum componitur. Hinc est quod si Bases fuerint similes, & quæ est Ratio laterum homologorum, ea etiam sit Craffitierum Ratio, resistentiæ ad fractionem invicem comparatæ erunt in Ratione triplicatâ laterum homologorum; ac propterea cylindrorum resistentia ad fractionem erit in Ratione triplicatâ Diametrorum, seu Craffitierum.

Hanc, de quâ hætenus nobis sermo fuit, *Resistentiam absolutam* dicimus, quam solidum habet, ne dividatur: quò enim plures partes debent præter naturam comprimi, aut distrahi, plures sunt resistentiæ; & quò magis hoc motu debent momento eodem præter naturam moveri, eò etiam magis resistunt: quâ igitur ratione plures sunt resistentes, & quâ Ratione magis resistunt, tota resistentiæ ratio componitur; quæ ex ipsâ corporis soliditate pendet, nullâ habitâ ratione longitudinis ipsius solidi: Propterea *Absoluta* dicitur. Nam si longitudines frangendorum corporum comparemus, quæ suâ varietate mutant frangendi difficultatem, aut facilitatem, re-

sistentia hæc dicenda erit *Respectiva*; quæ aliquando ea esse potest, ut corpus majore resistentiâ absolutâ præditum reddatur magis obnoxium fractioni; longitudo siquidem auget frangendi facilitatem: ideo autem *Respectivam* dicimus, quia comparatè ad momenta potentiæ sumitur; hæc verò momenta ex variâ longitudine, seu distantia à puncto fractionis pendere



manifestum est. Sit enim solidum AB, quod ita flectatur, ut fiat fractio CD: Potentia movens in B constituta dum perficit spatium BE, distractio particularum solidi fit solum per spatium CD (aut ve-

rius per CHD, nam etiam partes inter C & H distrahuntur; Sed hinc claritatis gratiâ solum extremæ CD considerantur) quod est multo minus spatio BE secundum Rationem HD ad HE. At si solidum frangendum sit AF, aut si sit totum AB, tamen Potentia movens sit solum applicata in F, Potentia perficiens spatium FG (quod est minus quam BE in Ratione HF ad HB) major esse debet quam Potentia in B secundum Rationem Reciprocam motuum BE & FG, ut sequatur idem motus distractionis partium CD; nam ex 8.1.5. minor est Ratio FG ad CD, quam sit Ratio BE ad eandem CD. Constat igitur à longitudine augeri facilitatem frangendi, ac proinde Resistentiam hanc Respectivam esse secundum Reciprocam Rationem longitudinum.

Ex quo obiter apparet, cur solida Horizonti perpendicularia magis resistent fractioni, si potentiæ motus, seu conatus, sit ad perpendicularum Horizonti: quia videlicet in hujusmodi motu ad perpendicularum æqualiter moveri oportet Potentiam cum solidi particulis, quæ distrahi aut comprimi debent: ut autem Potentia superet vim restititivam, aut major esse debet Ratio motus potentiæ ad motum corporis resistentis, quam sit Ratio virium resistendi ad virtutem movendi, aut virtus movendi absolute major esse debet vi resistendi: Cum itaque in motu perpendiculari intercedere non possit motuum inæqualitas, necesse est virtutem movendi vehementer augeri, ut superet vim,

quâ

quâ particulæ solidi invicem connexæ repugnant, ne distra-
hantur, aut comprimantur.

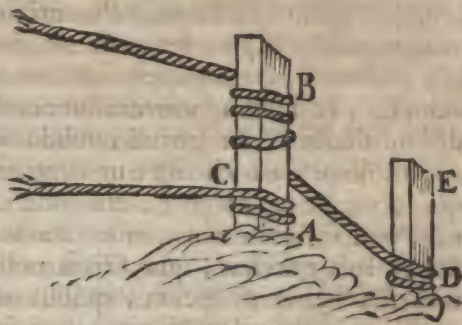
Hinc ex hastâ ad perpendicularum suspensâ pendeat ingens
saxum, & tigillum perpendiculariter terræ insistentem pre-
met moles, penè dixerim, immensa, citrà hastæ aut ti-
gilli fractionem: quia omnes hastæ atque tigilli partes &
æqualiter cum onere suspensæ aut incumbente moveri de-
berent, & omnes æqualiter resistunt distractioni aut com-
pressioni: At si ad horizontem inclinata aut parallela fue-
rint hujusmodi solida (hastâ videlicet atque tigillus) non
est æqualis omnium partium distractio aut compressio, mi-
nùs enim distrahuntur, quæ puncto H proximæ sunt, quam
quæ ad D accedunt (concipe H in mediâ crassitiæ) con-
trâ verò illæ magis, hæ minùs comprimuntur; quemad-
modum neque motui distractionis aut compressionis esset
æqualis motus oneris deorsum urgentis in hastâ, vel tigil-
li non perpendicularium extremitate constituti, sed multò
major esset hîc oneris motus. Quoniam verò rerum natu-
ra magis repugnat corporum penetrationi, ad quam quodam-
modo accedere videtur compressio, quàm corporum unito-
rum divisioni, ubi vacui metus absit; hinc est majorem
molem faciliùs sustineri à fulcrò ad perpendicularum subjecto,
quàm suspendi ex solido perpendiculari citrà fractionis pe-
riculum. Quamvis negandum non sit ad hujusmodi facili-
tatem, quam experimur in sustinendo potiùs, quàm in re-
tinendo onere, conferre plurimum, quòd tellus, cui ful-
crum infigitur, demùm non subsidit; at laqueare seu for-
nix ex quo solidum pendet onere prægravatum, tantam
gravitatem non ita facilè ferre potest. Quare ad tollenda
in superiores ædificiorum partes ingentia saxa multo cau-
tiùs atque tutiùs ij operantur, qui longam trabem, aut plu-
ra tigna ritè connexa, quasi navis malum rudentibus us-
quequaque firmatum, ne à perpendiculo deflectat, sta-
tuunt, cui superiorem trochleam adnectant; quàm qui tra-
bem Horizonti parallelam parieti infigunt ad idem munus
præstandum; hæc siquidem horizonti parallela magis fractio-
ni obnoxia est, quàm perpendicularis; præterquam quod
parietem aliquatenus labefactare potest, cum habeat ratio-

nem vectis in superiora propellentis faxo deorsum urgente ; nisi huic periculo ex arte obviam eatur.

Comparatis itaque invicem solidorum frangendorum longitudinibus , hoc est intervallis inter fractionum puncta & locum , ubi potentia vim frangendi habens constituta intelligitur , quò major est longitudo , eò minor est resistentia solidi , ne frangatur . Qua propter ubi duo data solida conferantur , quæcumque demum illa sint , non solum eorum Resistentia Absoluta , quæ ex Rationibus Basium , & Crassitierum componitur , attendenda est , sed etiam Resistentia Respectiva , quæ ex longitudinibus pendet : atque adeò adæquata Ratio resistentiæ , ne frangantur , ea est , quæ componitur ex Rationibus Basium & Crassitierum atque ex Ratione longitudinum Reciproce sumptarum : cum enim longitudini majori respondeat minor resistentia , manifestum est longitudinum Rationem esse Reciproce sumendam , ut resistentiæ , quæ ex illis oritur , Ratio habeatur . Hinc est fieri aliquando posse , ut solidum crassius minùs resistat fractioni , quàm subtilius , si hoc breve sit , illud verò valdè longum , si videlicet longitudo crassioris ad longitudinem subtilioris Rationem habeat majorem , quàm sit ea , quæ ex Rationibus Basium , & Crassitierum componitur . Sic si duo fuerint cylindri , & alter triplo crassior fuerit reliquo , sed etiam trigecuplo longior fuerit illo , minùs etiam fractioni resistet ; quia resistentia absoluta majoris cylindri ad minorem est ut 27 ad 1 , sed resistentia Respectiva ejusdem majoris ad minoris resistentiam pariter respectivam est ut 1 ad 30 : Ratio ergo ex his Rationibus 27 ad 1 , & 1 ad 30 Composita , est Ratio 27 ad 30 , hoc est 9 ad 10 , ac propterea major cylindrus resistit fractioni ut 9 , minor verò fractioni resistit ut 10 .

Desine jam mirari , si quando paxillum maximis viribus resistere videris ; quia nimirum potentia , quæ motum conatur , proximè applicata est parieti aut plano , cui paxillus infigitur : quòd si remotior illa fuerit , etiam minùs hic resistet . Sic defixo in terram paxillo AB , cui funis AC alligatur , experientia docet paxillum eò resistere validius , quò propius ad A alligatur funis , debilius autem resistere , quò
magis

magis ad B accedit;
in A nimirum motus
potentiæ trahentis vix
excederet motum pa-
xilli, qui ibi flectere-
tur ex hypothefi; at
funis in B posito, po-
tentia ibi constituta,
& per funem applica-
ta multò velocius mo-
veretur, quàm paxilli
partes propè A, quæ
ibi flecterentur.



Quòd si loci conditio, aut ipsa oneris movendi constitutio
id exigat, ut funis propè B alligetur, & de paxilli A B firmi-
tate dubitetur, paxillum alterum D E paulò remotiorem com-
modo loco depange ita, ut funis primùm in D firmetur, de-
inde circa B convolutus extendatur, pro ut operis faciendi ra-
tio fieret.

Eàdem ratione si tigillus, ex quo onus dependere debet, pa-
rieti sit infixus, & sit G H, fractioni magis erit obnoxius, quò
propiùs accedet pondus ad H:
propterea aut ei subjicitur brevior
tigillus I R omninò contiguus,
aut supponitur fulcrum O S in-
clinatum; quòd fractionem eò va-
lidiùs impediet, quò minùs dista-
bunt H & S, & quò acutior fue-
rit angulus; quem fulcrum S O
cum pariete constituit, seu, quòd
eòdem recidit; quò magis ad
recti anguli quantitatem acce-
det angulus G S O. Quæ omnia
ita ex dictis aperta sunt, ut ulte-
riori explicatione non egeant.



Sed & illud hîc, ubi de Resistentiâ Respectivâ sermo est,
adjiciendum videtur, quòd ex solâ majori longitudine hæc non
minuitur, nisi cum longitudo solidi ad perpendicularum insistit
Horizonti;

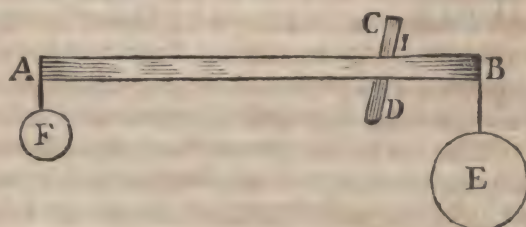
Horizonti ; tunc enim gravitas ipsa solidi tota incumbit subiecto plano ; & tantum Potentia oblique atque in transversum trahens applicata extremitati longioris solidi plus habet momenti , quam applicata extremitate brevioris , quia velocius , & facilius movetur secundum Rationem longitudinum illarum . At quando solida sunt horizonti parallela , aut ad illum ita inclinata , ut centrum gravitatis partis illius , quæ erumpit ex corpore , cui solidum infigitur , non imminuat basi sustentationis , non sola longitudo attendenda est , sed & ipsa gravitas , quæ etiam nullo addito extrinseco motore sua habet momenta , quibus deorsum connititur . Ex quo fit pro majori gravitate etiam frangendi facilitatem augeri , ipsa nimirum gravitas est potentia conjuncta , quæ augetur pro ratione materiæ ; materia autem augetur pro ratione longitudinis (cætera siquidem paria esse hic claritatis gratiâ , ponamus) ac propterea longius prismata comparatum cum breviori prismate , eo quod majorem habeat gravitatem , minus resistit fractioni secundum Reciprocam Rationem longitudinum . Atqui Ratio motus hujusmodi Potentiæ conjunctæ est secundum Rationem longitudinum , & ex dictis Ratio Resistentiæ in ordine ad hujusmodi motum est permutatim ac Reciproce secundum eandem longitudinum Rationem : igitur Ratio duplicatur , & resistentia longioris ad resistentiam brevioris est secundum subduplicatam Rationem longitudinum reciproce sumptarum . Id quod etiam hinc constat , quia cum singula illius longitudinis puncta suam habeant gravitatem , sua omnibus insunt momenta pro Ratione distantie à puncto quod est veluti centrum motus ; ergo aggregata momentorum sunt ut sectores ab illis longitudinibus tanquam à Radiis descripti : sunt autem similes sectores in duplicatâ Ratione Radiorum . Quare si longitudines sint ut 3 ad 2 , Resistentia respectiva longioris ad resistentiam brevioris est ut 4 ad 9 . Tota igitur solidorum resistentia , ne frangantur , componitur ex Rationibus Basium , & Crassitierum , & ex subduplicatâ Ratione longitudinum permutatim ac reciproce sumptarum .

Ex his itaque , quæ de solidorum resistentiâ , ne frangantur , hætenus disputata sunt , conjecturam facile accipiet prudens

prudens machinator, quàm solida & crassa statui debeant quæque machinarum membra, quove loco collocanda sint, ut & materia & forma respondeant fini, in quem machinæ destinantur: neque enim satis est concinno, & eleganti diagrammate machinam oculis repræsentasse, ejusque vires ad calculos revocasse, quantum quidem ex machinæ figurâ colligitur, si demùm, instituto motu machina pondere prægravata luxetur.

Illud tamen præterea Machinator animadvertat, oportet, quod spectat ad momenta virium, quas potentia movens exercet; neque enim sola ponderis gravitas machinam, aut corpus, cui machina alligatur, aut innititur, urget aut premit, sed & ipsa potentia, dum adversus ipsum pondus conatur machinam movens, aliquando auget gravitatem ex oppositâ parte, adeò ut & huic & ponderi resistere debeat machinâ, aut id, quod machinam retinet. Si enim fuerit

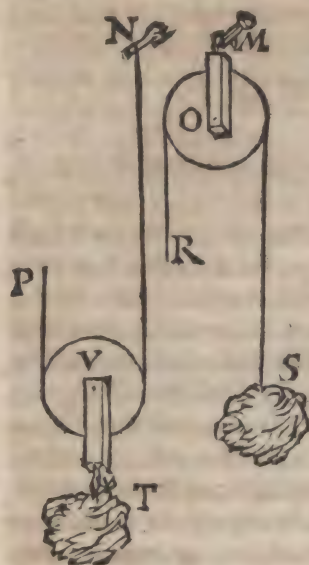
vectis AB innixus super baculum CD, ex B pendeat globus plumbeus E, & extremitas A quiescat aliquo corpore retinente, ut si fuerit parieti in-



fixa; solo globo E gravitante minus periculum subest fractionis tùm vectis, tùm baculi CD sustentantis, quàm si in A sit potentia F; cujus conatus deorsum oppositus conatui deorsum ponderis E faciliùs curvitatem, aut etiam demùm fractionem vectis efficere potest in I, ut patet; immò & baculus CD sustentans vectem, non solum momenta ponderis E, sed & momenta Potentiæ F, quæ in I uniuntur, in se recipit; atque adeò utrisque ferendis par esse debet.

Simile quiddam observare est, si ex orbiculo O, in clavo M suspenso, circa suum axem versatili, dependeat pondus S, & Potentia in R deorsum conata cogat pondus S ascendere: certum est enim ab axe orbiculi, & à clavo M sustineri non

Bb



solùm pondus S, sed & Potentiam, quæ est in R. Contrà verò si orbiculus V sit adnexus ponderi T, funis autem orbiculo insertus alligetur clavo in N, & potentia P fursùm trahat, constat ab axe quidem orbiculi sustineri solùm pondus T; à clavo verò N non totum pondus T sustineri, sed ejus semissem, nam etiam Potentia P sustinet pondus. Validior igitur esse debet clavus M quàm clavus N, hic enim ponderis semissem fert, ille verò plus quàm duplum. Potentia enim R major est pondere S.

Quòd si tam pondera S & T, quàm clavi M & N, atque Potentia R & P non in plano Ver-

ticali, sed in Horizontali constituentur, certum est pondera S & T non suspensa sed jacentia, nihil adversùs clavos M & N; aut adversùs suorum orbiculorum O & V axes conari, immò neque adversùs Potentias R & P; quandoquidem toto nisi plano subjecto incumbunt, nullamque exercent Activam Resistentiã; sed Formalem tantummodo, quã repugnent Potentiis moventibus: quæ quidem resistentiã, tùm ex ipsa ponderum gravitate, tùm ex attritu subjecti plani componitur. Clavorum igitur M & N ea sit, oportet, soliditas atque firmitas, quæ potentiarum R & P conatibus respondeat; ne forte clavi ipsi frangantur faciliùs, aut revellantur, quàm pondera suo loco dimoveantur. Sed hæc innuisse sat fuerit, ut singula diligenter à machinatore circumspicienda esse intelligatur; neque tamen in his ad nauseam diutiùs immorandum.

CAPUT

CAPUT VII.

Praestet-ne Machinam augere? an componere.

EX iis, quæ de Machinarum viribus disputata sunt satis liquet nullum dari finitum Pondus quod data Potentia movere non possit si congruens machina adhibeatur: cum etenim data sit Ratio Ponderis ad Potentiam, eo artificio Machina disponatur, ut Ratione illâ datâ fiat major Ratio motûs Potentiæ ad motum Ponderis; & Pondus cedet Potentiæ moventi. Sic vicissim si oblata fuerit machina, examinandus primùm est locus, ubi Potentia applicanda est, ubi Pondus collocandum; tum utriusque motûs rationes ineundæ: & pronuntiabis majorem requiri rationem Potentiæ ad Pondus, quàm sit Ratio motûs Ponderis ad motum Potentiæ. Sit enim ex. gr. motuum hujusmodi Ratio, quæ est 3 ad 8; Potentia vim movendi habens ut 3 non movebit Pondus, cujus vis resistendi, & momentum, sit ut 8; sed opus est, ut illa major sit quàm 3. At neque Potentiam augere potes, ut oportet, neque Ponderi quicquam detrachere: vide igitur utrum fieri possit, ut mutetur in machinâ motuum Ratio, aut Potentiæ motum augendo, aut ponderis motum minuendo.

Hinc manifestum est machinam majorem non plus afferre facilitatis præ minore, si illæ quidem omninò similes fuerint (modò utraque satis solida sit, ne fractioni sit obnoxia) motuum enim Ratio eadem est in utraq. Sic Vectis 100 palmorum si ita ab hypomochlio distinguatur in partes ut hinc palmos 20, hinc 80 relinquat, non majorem movendi facilitatem præbebit, quàm vectis palmorum quinque ita divisus ab hypomochlio, ut hinc palmus unus, hinc verò quatuor relinquuntur. Ut igitur longior ille Vectis utilior accidat, si hypomochlium quidem transferri queat, remove illud à Potentiâ, & admove Ponderi, motuumque Ratio augebitur; patet scilicet majorem esse Rationem 85 ad 15, quàm 80 ad 20: Quod si verò hypomochlium ita fixum sit ac vecti adnexum,

Bb 2

ut mutari loco nequeat, abscinde palmos $5\frac{12}{17}$, adeò ut hinc sint palmi 80 ut priùs, hinc autem sint palmi $14\frac{2}{17}$, & eadem erit Ratio, quæ est 85 ad 15. Quare breviorē vecte plus ponderis movebis, quàm longiorē; vis enim, quæ longiorē illo 100 palmorum movebat pondus librarum 100, breviorē hoc palmorum $94\frac{2}{17}$ movebit libras $141\frac{2}{17}$: Quia quamvis in utroque Vecte hypomochlium habente post palmum octuagesimum, Potentia eodem semper motu moveatur, non tamen idem est ponderis motus, qui in minore vecte minor est, in majore major, ac proinde motus Potentiæ ad motum Ponderis Ratio major est in minore, minor in majore vecte. Quod si demùm nec hypomochlium transferre, nec vecte mutilato uti liceat, licebit sanè fustem, vel quid simile, firmiter ad alligatum Vecti adjungere, potentiamque ab hypomochlio longius remove: oportet autem additamentum hujusmodi esse palmorum $33\frac{1}{3}$; nam ut 15 ad 85, ita 20 ad $113\frac{1}{3}$; adeoque totus vectis esset palmorum $133\frac{1}{3}$.

Porro hinc observa, quantò facilius sit ponderis motum minuire, quàm potentiæ motum augere: in allato siquidem exemplo, manente eodem potentiæ motu, minuitur ponderis motus decurrato vecte ac diminuto palmis $3\frac{12}{17}$; manente autem eodem ponderis motu augetur Potentiæ motus acuto vecte palmis $33\frac{1}{3}$: Quia nimirum in Ratione majoris Inæqualitatis si Consequens terminus minor minuat, aut Antecedens terminus major augeatur, fit adhuc major Inæqualitas; ut autem eadem Ratio fervetur aucto Antecedente ac diminuto Consequente, manifestum est, quæ pars Consequentis integræ est consequens diminutus, eam debere esse partem Antecedentis aucti Antecedentem datum: atqui Antecedens datus est major dato Consequente; igitur plus addendum est Antecedenti, quàm dematur Consequenti. Sic data sit Ratio 8 ad 6: Consequens bifariam secetur, ejusque semissis fiat novus Consequens; erit Ratio 8 ad 3 majoris adhuc inæqualitatis; hæc enim est dupla superbipartiens tertias, illa verò erat solum sesquitertia. Ut igitur retento priori Consequente 6 sit eadem Ratio dupla superbipartiens tertias, sicut Consequens fuit bifariam divisus, ita datus Antecedens 8 est duplicandus, ut sit Ratio

16 ad 6 : plus autem est totus antecedens major qui additur, quam sit semissis Consequentis minoris qui demitur. In re autem nostrâ semper Ratio motûs Potentiæ per machinam validioris factæ ad motum dati ponderis est Ratio Majoris inæqualitatis: Quapropter satius est Ponderis motum minuere, quam potentiæ motum auctâ machinâ augere.

Hæc quidem, quæ in vecte proposita facilè ac in promptu est perspicere, in cæteris pariter mechanicis Facultatibus, ut in Trochleis, Cochleâ, & reliquis intelligenda sunt; ut ex iis, quæ inferiùs dicentur, suo loco manifestum fiet. Sed quoniam ad ponderis motum extenuandum certos quosdam fines ipsa machinarum materia præscribit; neque enim quemadmodum quantitatem omnem, & corporum molem in subtiliores, ac subindè subtiliores partes mente concidimus, ita etiam id re ipsâ perficere atque in praxim deducere possumus: propterea ut plurimum cogimur Potentiæ velociorem motum conciliare, ut majorem obtineat Rationem ad motum Ponderis. Quis etenim non incassum uti possit Vecte, cujus hypomochlium à pondere satis gravi non ampliùs distet, quam per digiti semissem? aut Cochleam adhibere, cujus spiras intervallum capilla-ceum secernat?

Verùm cum id duplici methodo præstare possimus, videlicet aut Machinam ipsam, specie non mutatâ, augentes, aut illam ex pluribus membris componentes, sive ejusdem generis sint, sive diversi; operæ pretium fuerit perpendere, majus-ne in augmento? an verò in compositione? compendium inveniatur. *Augmentum* voco (ne ullus subsit æquivocandi locus) cum ejusdem Facultatis species immutata permanet, factâ solum partis alicujus accessione; ut si, quia Vectis justo brevior est, Potentiæ ab hypomochlio distantiam longiorem facias; cum Trochleæ adhibeantur oneri movendo impares, amplificatis loculamentis orbiculorum numerum augeas; quia Cochlea ob spirarum raritatem minùs valida est quam oporteat, lineam ipsam ita inclines, ut spissioribus spiris circumducatur. At verò *Composita* dicitur Machina, cum invalidæ Facultati membra alia adjiciuntur, aut generis ejusdem, ut cum Vectis Vecti, Cochleæ Cochleæ, Trochleis Trochleæ adjunguntur; aut diversi generis, ut cum facultates ipsæ permiscantur, vecti trochleas,

Cochleæ vectem, Trochleis Cochleam, & deinceps, adjungendo. Prioris Compositionis intrâ idem genus specimen aliquod exhibui in *Terrâ Machinis motâ : Dissertat. I.* & inferius suis locis de eâ redibit sermo : Posterioris autem Compositionis diversarum Facultatum, ubi de singulis disputabimus, exempla aliqua subjiciemus, ut discat Tyro Machinarum vires ritè ad calculos revocare, solertiamque machinandi acquirat.

Quamvis autem quæstio hæc multò dilucidius explicaretur, si unamquamque Facultatem singillatim attingeremus, quàm si unâ comprehensione omnia complectamur; hîc tamen doctrinæ ratio exigit, ut dimissis rivulis fontem ipsum aperiamus, ex quo in Machinam Compositam vis major, quàm in Amplificatam, majore compendio derivatur. Et quidem cum res tota ex potentiæ atque Ponderis motuum Ratione pendeat, quamdiu in simplici aliquâ facultate consistimus, motus Potentiæ ad motum Ponderis simplicem habet Rationem; si verò Facultas una cum aliâ quâpiam facultate conjungitur, atque connectitur, jam Potentiæ motus ad motum ponderis eam habet Rationem, quæ ex singularum facultatum rationibus componitur. Voco autem *singularum Facultatum Rationem* eam, quæ inter ipsos Potentiæ ac Ponderis motus intercederet, si facultas illa solitaria adhiberetur; Atqui Ratio hæc motuum in singulis Facultatibus modum recipit ex Facultatis ipsius partibus, quarum altera ad Potentiam, ad Pondus altera spectare videtur; ut per singulas Facultates eunti constabit. In Vecte enim Ponderis ab hypomochlio distantia pertinet ad Pondus, Potentiæ autem distantia ab eodem hypomochlio penes potentiam est: In Trochleis ipsarum Trochlearum distantia Pondus respicit; funis autem explicatio Potentiam: In Axe in Peritrochij crassities Axis Ponderi, Peritrochij amplitudo Potentiæ tribuitur: In Cuneo longitudo ad Potentiam spectat, crassities ad Pondus: In Cochleâ demùm spiræ circumductæ perimeter ad Potentiam attinet, extremitatum spiralis lineæ intervallum, ad Pondus. Manifestum est igitur, ubi simplex motuum Ratio in singulis Facultatibus augenda fuerit, manente eâ parte, quæ ad Pondus spectat, necessariò ita augendam esse partem reliquam, quæ Potentiæ tribuitur, ut majori illi motuum Rationi respondeat. Sic dato Vecte palmorum sex, quo potentia moveatur

veatur in quintuplâ Ratione ad Pondus, si maneat eadem ponderis ab hypomochlio distantia, & motuum Ratio esse debeat vigecupla, satis constat totum vectem requiri palmorum 21, ut unus Ponderi cedat, Potentiæ autem viginti.

At verò si motuum Ratio ex Rationibus componenda sit, satisfuerit datæ Facultati minorem Rationem continenti, quam oporteat, Facultatem aliam adjicere, cujus Ratio cum priori Ratione composita quæsitam Rationem constituat. Sic dato Vecti quintuplam rationem continenti adjunge aliam quamlibet facultatem quadruplæ Rationis; ex quadruplâ enim Ratione & quintuplâ componitur Ratio vigecupla quæsitæ. Ita autem secunda hæc Facultas priori Facultati adnectenda est, ut quemadmodum duorum Magnetum oppositi poli junguntur, Australis videlicet unius Aquilonari alterius, sic duarum Facultatum oppositæ partes connectantur, ut scilicet quo loco ad priorem Facultatem applicanda esset Potentia, eidem admoveatur locus Ponderi in secundâ Facultate destinatus: proinde siquidem se res habebit, atque si pondus diminutum pro Ratione prioris facultatis, videlicet sub quintuplum, in secundam hanc Facultatem transferretur, in quâ ejus motus ad motum Potentiæ Rationem haberet subquadruplam: re enim verâ duabus hisce Facultatibus junctis, Potentiæ motus vigecuplus est ad motum Ponderis; nam Pondus in vectis extremitate alterâ constitutum quintuplo tardius movetur, quam reliqua vectis extremitas; hæc autem posteriori Facultati loco Ponderis adjuncta quadruplo tardius movetur quam Potentia; igitur Ponderis motus vigecuplo tardior est motu Potentiæ.

Statuamus exempli gratiâ secundam hanc Facultatem Vecti adjunctam esse pariter Vectem ejusdem generis quinque palmorum ita ab hypomochlio distinctum in partes, ut hæ in quadruplâ sint Ratione: Ecce quanto compendiò rem assequamur; id enim quod simplici Vecte palmorum 21 præstandum esset, compositis vectibus duobus altero palmorum sex, altero palmi quinque perficimus, servatâ semper eadem Ponderis ab hypomochlio distantia, nimirum palmi unius. Hæc tamen de duobus hisce vectibus dicta ita intelliges velim, ut ad motum simpliciter pertineant; non verò ad motus quantitatem; satis enim
scio

scio non ad eam distantiam promoveri posse Pondus adhibito secundo hoc vecte, ad quam promoveretur Vecte palmarum 21: Verum hinc sola movendi facilitas consideratur. Quod si non alterum Vectem adhibeas; sed aliud facultatis genus, ut Trochleas binis orbiculis instructas, & Vecti in loco Potentiæ adnexas, multò adhuc faciliùs movebitur Pondus, cujus motus erit subvigecuplus motùs Potentiæ funem Trochlearum trahentis, & tantus erit Ponderis motus, quantus esset, si extremitati Vectis palmarum sex apponeretur Potentia quadrupla datæ Potentiæ. Idem planè de cæteris dicendum Facultatibus.

Hinc manifestum est compositis tribus, quatuorve, aut pluribus Facultatibus, Rationem Compositam motus potentiæ ad motum Ponderis fieri multò majorem; cui si æqualem Rationem habere velimus unicâ atque simplici Facultate, hujus magnitudinem aliquando enormem fieri necesse esset; ut suis locis infrâ declarabitur.

In eo igitur elucebit Machinatoris industria, si Facultates ipsas aptè congruenterque disponat, atque permisceat, spectatâ materiæ soliditate, spatij amplitudine, Ponderis positione, Potentiæ virtute, temporis ad movendum concessi opportunitate: hæc enim omnia attentissimè perpendenda sunt; ne, dum nimis sollicitè laborem imminuere studet, motum plus æquo imminuens, tardiolemque efficiens temporis jacturam faciat, aut totum spatium machina implens in eas angustias Potentiam moventem conjiciat, ut motum expedite perficere nequeat.

C A P U T VIII.

Cur majores Rota motum juvent præ minoribus.

ONera si ex alio in alium locum deportanda fuerint, gemino labore opus est, conatu videlicet, quo sustineantur, & impetu, quo transferantur: propterea satius est ita res disponere, ut vires omnes ad transferendum exerceantur, citrà conatum sustinendi; ut eâ ratione vel gravius onus vel idem mul-
tò

multò faciliùs à potentia moveatur, quàm si ea illud sustinere pariter atque transferre cogeretur. Quoniam verò (cum opera subjecto plano imposita illud premant, atque tùm onerum tùm subjecti plâni facies, quæ se invicem contingunt, non ita læves sint, ut partes omnes in rectum directæ nihil habeant asperitatis; quin immò ut plurimum, & salebris impedita via sit, & movendi corporis partes aliæ præ aliis extent atque emineant) ex mutuo prominentium particularum tritu atque conflictu difficultas ad movendum oriretur; idcirco optimo consilio factum est, ut oneribus ipsis subjiciantur Cylindri aut Rotæ, quæ dum in gyrum aguntur, conflictum illum partium tollunt, qui vitari non posset, si onera super plano raptarentur. Hinc Cissia, Sarraca, Vehes, Carri & genus omne plaustrorum. Id quod etiam homines ipsi, ut terrestre iter commodiùs habeant, & minori jumentorum labore illud perficiant, quàm si iis insidentes veherentur, suos in usus retulerunt: Hinc Belgæ sua esseda, Galli petorita & rhedas, Hispani pilenta, Itali carpenta; & pro suâ quisque voluntate diversa vehiculorum genera excogitarunt, quæ subjectis rotis aguntur: dum enim Rota convertitur, ejusque curvaturæ partes aliis atque subinde aliis subjectæ planitieci partibus aptantur, adeoque currus promoveatur, solus rotæ modiolus axis ambitum axungia lubricum terit; ex quo tritu aut nulla aut levis mora motui infertur.

Illud autem est omnibus exploratissimum, & quotidiano experimento confirmatum, quo majoribus rotis instructi currus (nisi discrimen aliquod in cæteris intercedat) multò faciliùs trahuntur, passimque observatur Romæ in vulgaribus illis vehiculis (ab antiquis Cissis aut parum aut nihil distant) quæ cum ex celeberrimi Architecti Bonarotæ præscripto duas ingentes rotas habeant, tantis ponderibus onusta cernuntur, ut miraculo proximum videatur ab unico equo tam ingentia onera trahi posse: id quod alibi neutiquam fieri potest, ubi minoribus Rotis vehicula hujusmodi instructa longè minoribus oneribus deferendis paria sunt, si unicus equus adhibeatur.

Hujus rei causam indaganti acquiescendum non est iis, qui illam ex rationibus Vectis petendam esse existimant, perinde atque si rotæ majoris semidiameter esset longior Vectis, minoris verò brevior; ac propterea majore rotâ faciliùs moveretur

Cc

vehiculum onustum, quàm minore, quia & longiore vecte facilius pondera moventur, quàm brevior. Hoc, inquam, à veritate abesse palam fiet, si animadvertamus potentiam trahentem medio temone applicatam esse axi, cui pariter axi innititur onus; atque adeò tùm onus tùm Potentiam concipi quasi in Rotæ centro, cujus semidiametri altera extremitas hypomochlij punctum designaret. Atqui Vectis, in quo Potentia & onus ab hypomochlio eandem aut æqualem distantiam habent, parùm aut nihil habet utilitatis: immò in Vecte, quæ vectis est, tria puncta diversa tribuenda sunt Potentiæ, oneri, & Hypomochlio, ut infra, ubi de Vecte disputabitur: in Rotâ autem duo tantummodo puncta considerantur, scilicet centrum & semidiametri extremitas. Igitur in Rotâ ratio Vectis non invenitur, ideòque neque major Rota accipienda est quasi longior Vectis. Aliundè itaque petendam esse causam, cur majores rotæ præ minoribus motum juvent, manifestum est.

Et primùm quidem, quod ad moram illam attinet, quæ ex modiolii Rotæ atque axis tritu oritur, eam minorem esse in majoribus Rotis, satis constat, si attendamus axis crassitiem, non Rotæ magnitudini respondere, sed oneris gravitati, quam opus est sustinere; quapropter axi satis valido pro ratione ponderis sustinendi parùm refert, utrùm Rota, cujus radij bipalmes sint, an verò tripalmes, infigatur: manente igitur eodem axe aut major, aut minor Rota vehiculo subjici potest. Sed quoniam Rota major, cujus diameter sesquialtera est minoris, dum conversionem unam perficit, spatium quoque sesquialterum decurrit, eundem tamen axem, quem minor Rota, terit, hinc fit, per 8. lib. 5. eundem axis ambitum ad majoris Rotæ perimetrum (hoc est ad ejus motum) minorem habere rationem quàm ad perimetrum minoris Rotæ (hoc est ad minorem motum) atque adeò tritus ille modiolii, & axis minùs impedit majorem motum quàm minorem.

Deinde, ut cap. 16. lib. 1. subindicatum est superiùs, majores rotæ efficiunt, ut axis magis à terrâ distet; ac proinde temo, cui alligatus est equus, vel subjecto plano parallelus est, vel minimùm à parallelismo recedit: ex quo fit tractionem aut parallelam esse, aut saltem minùs obliquam, quam si Rota minor esset, & axis depressior: quò autem minor est tractionis obliquitas,

per 4. lib. 6. ut IA ad IG , ita HE ad HF : quare cum ex dictis IA minor sit quàm HE , erit per 14. lib. 3. etiam IG minor quàm HF .

Cum itaque HF major sit quàm IG (assumptâ DM æquali ipsi IG , & ductâ perpendiculari MS , donec occurrat peripheriæ in S) inter Tangentem ED & arcum circuli statuatur perpendicularis SL æqualis ipsi IG ; & ex centro C ducatur per S recta CO . In triangulo igitur CEO angulus internus E , per 16. lib. 1; minor est externo SOL ; igitur etiam angulus SOL major est quàm IAG : adde utrique angulum rectum, ergo duo SLO , SOL simul majores sunt duobus IAG , IAG simul; ac propterea etiam externus LSC major est externo GIC per 32. lib. 1. Quapropter semidiameter CS obliquior incidit in offendiculum SL , quàm semidiameter CI incidat in æquale offendiculum IG : minùs igitur impeditur Rotæ majoris conversio, quàm minoris, quippe cui minus directè opponatur æquale offendiculum.

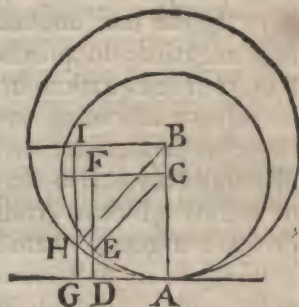
Præterea cum trahendi difficultas hinc oriatur, quòd Rota incurrens in obstantem lapidem, aut quid simile, jam non circa suum centrum convoluta aptatur subiecto plano, sed, dum Rota adhæret atque insistit offendiculo, necesse est plaustrum cum imposito onere elevari pro objecti impedimenti altitudine; faciliùs ab eadem Potentia elevatur plaustrum onustum, si major fuerit Rota, quàm si minor, quia videlicet motus Potentiæ ad eandem elevationem majorem habet Rationem in Rotâ majore quàm in minore, cum illâ enim plus movetur, quàm cum istâ. Sit majoris Rotæ impedimentum LS planè æquale impedimento GI minoris; producat perpendicularis LS in T , & perpendicularis GI in V : tùm intervallo SC describatur arcus CT , & intervallo IC describatur arcus CV . Certum est in motu Rotæ majoris propter obicem LS manente puncto S transferri centrum C in T , ita ut ST sit Rotæ semidiameter æqualis semidiametro CD , & similiter in motu Rotæ minoris propter offendiculum GI manente puncto I transferri centrum C in V , ita ut IV æqualis sit semidiametro CB . Quoniam verò CD , VG , TL ad angulos rectos subiecto plano insistant, & parallelæ sunt, anguli alterni VIC , ICB æquales sunt per 29. lib. 1, eorumque mensuræ, arcus videlicet VC &

1B,

IB, æquales sunt; & ob eandem Rationem anguli alterni TSC, SCD, eorumque mensuræ arcus TC & SD, sunt æquales. Atqui arcus SD major est quàm IB; igitur & arcus TC major est quàm VC; hi autem arcus TC & VC respondent motui Potentiæ trahentis: longiore igitur ac majore motu Potentiæ fit eadem elevatio; ac proinde facilius in Rotâ majore quàm in minore. Porro arcum SD majorem esse arcu IB, magisque distare punctum S à puncto D, quàm punctum I à puncto B, illicò manifestum fiet, si duos circulos datis duobus, æquales descriperis se intus contingentes, & ad contactus punctum lineam Tangentem duxeris, quocumque enim posito minoris circuli offendiculo inter Tangentem, & circulum minorem interjecto, illud idem offendiculum longius à contactus puncto removendum videbis, ut inter Tangentem eandem, & circulum majorem interjici possit: Id quod adeò manifestum est, ut non sit in eo explicando diutius immorandum.

Quòd si ad calculos rem hanc curiosius revocare libeat, sit ex gr. Rotæ minoris semidiameter CA pedum duorum, scilicet digitorum 32, offendiculi verò DE altitudo digitorum 4. Cum igitur FD & CA parallelæ sint, sicut & FC ac DA per 34. lib. 1. FD & CA æquales sunt, remanetque EF digit. 28, & est Sinus anguli FCE, quo cognito innotescit complementum, arcus scilicet quæsitus EA. Fiat itaque ut CE ad EF, hoc est ut 32 ad 28, seu ut 8 ad 7, ita 100000. Radius ad 87500 Sinum arcus gr. 61. 2' 42"; erit enim quæsitus arcus EA gr. 28. 57' 18". Jam verò positâ semidiametro CA digitorum 32, fiat ut 113. ad 355, ita data semidiameter digit. 32 ad semiperipheriam circuli digitorum ferè 1000½, scilicet 100. 53": ergo arcus EA est proximè digitorum 16.

At Rotæ majoris semidiameter BA sit sesquialtera (quicquid sit quòd figura solum exprimat sesquiquartam) pedum scilicet trium, hoc est digitorum 48, & offendiculum GH



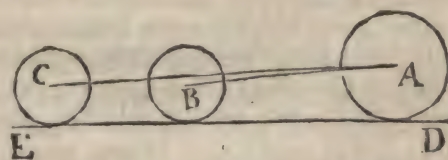
pariter digit. 4. Quare HI est digit. 44 Sinus anguli IBH, ex quo innotescet arcus complementi HA. Fiat ut BH 48 ad HI 44, seu ut 12 ad 11, ita Radius 100000 ad 91666 Sinum arcus gr. 66. 26'. 33"; & est quæsitus arcus HA gr. 23. 33'. 27". Jam sit ut 113 ad 355, ita semidiameter 48 ad semiperipheriam digitorum 150 $\frac{2}{3}$ ferè: igitur arcus HA est proximè digitorum 20. Cum itaque dum onus elevatur ut 4, Potentia in minore Rotâ moveatur ut 16, in maiore autem ut 20 (ut paulò superius ostensum est motum centri æqualem esse arcibus EA, & HA) facilitas movendi, quæ hinc oritur, erit ut 5 ad 4.

Ex his manifestum est, in vehiculis, quæ quatuor rotis instruuntur, quarum binæ priores minores sunt, posteriores verò majores, facilius superari impedimenta à posterioribus rotis quàm à prioribus, ac propterea minori labore currum ab equis trahi, quàm si posteriores prioribus essent æquales. Id quod opportunè factum est, quia ut plurimum (quemadmodum in antiquioribus Rhedis viatoriis cernere est) in posteriorem potius, quàm in anteriorem currus partem, onus rejicitur, atque adeò posterior axis magis premitur: quarendum igitur fuit aliquod laboris compendium. Quamquam non negarim alio prorsus consilio primum excogitatam hanc Rotarum inæqualitatem; ut nimirum onus constitutum quasi in plano trahentem versùs inclinato, facilius quoque illum ex impresso anterioris tractionis impetu sequeretur, si in planitie quidem tractio fieret; ubi verò superandus esset clivus, ut minùs adversùs trahentem repugnaret onus se ipsum in proclive urgendo; nam si Rotæ æquales essent, longè facilius vehiculum in posteriora relaberetur, pro ipsius clivi inclinatione, cui parallelum esset planum oneri subiectum insistentibus axibus æqualium Rotarum: at Rotis inæqualibus positis, & posterioribus quidem majoribus, planum, cui onus incumbere intelligitur à posteriori axe ad anteriorem deductum minùs inclinatur, quàm collis proclivitas ferat; ac propterea trahentibus equis minùs repugnat. Licèt autem non semper ascendendum sit in colles & clivos, quorum ascensus manifestè arduus est atque difficilis, rarò tamen, aut ferè nunquam, adeò æquata est viarum planities, quin leviter saltem inflexæ modò ascendere

ascendere cogant, modò descendere: in quâ ascensuum atque descensuum vicissitudine non modicè utilis est illa Rotarum inæqualitas.

Hinc manualia illa curricula (seu rusticæ vehes) quæ binis brachiis instructa unicum habent in anteriore parte rotam & sublevatis brachiis conversâ Rotâ promóventur, facilius construi possent, si propè vectorem duæ essent Rotæ majores illâ anteriore Rotâ, ita ut harum diameter triplex esset diametri illius: hunc enim unicus homo multò majus pondus transferre potest vel impellendo, cum in planitie est, aut clivum ascendit, vel trahendo, cum ex declivi descendit; levatur si quidem labore sustinendi, & omnes vires exercet impellendo aut trahendo; & illa Rotarum inæqualitas in causâ est, cur facilius impellatur pondus versùs illam partem, in quam inclinatur.

Et quoniam in Rotarum inæqualium mentionem incidi, illud hîc pariter observandum videtur, commodius currum moveri, cum anteriores Rotæ à posterioribus aliquantulum distant, quàm cum valdè vicinæ sunt (ubi tamen reliqua omnia paria fuerint, neque aliud præter Rotarum distantiam, intercedat discrimen) si in planitie quidem, & viâ minimum flexuosâ deducendus sit. Quia nimirum quo propiores fuerint axes, planum, cui onus incumbit, magis inclinatur, ac propterea anteriores Rotas premens adversùs subjectam tellurem minus obliquè conatur, ideòque pondus illam validiùs urgens majorem creat movendi difficultatem: contra verò si axes invicem paulò remotiores fuerint, minùs inclinato plano, minor est priorum rotarum pressus in subjectam tellurem. Sic si Rotæ fuerint A & B, planum, cui onus insidet, est AB, at si Rotæ fuerint A & C, planum est AC, quod utique minùs inclinatum est, magisque



accedit ad parallelismum cum Horizonte DE, atque adeò Rota B magis terram premit, quàm Rota C. Si enim in utroque plano pondus fuerit similiter positum (puta circà medium)

dium) linea directionis à centro gravitatis ponderis ducta cadet ad angulos magis inæquales in planum AB magis inclinatum, quàm in AC minùs inclinatum, atque momentum gravitatis ponderis magis accedet ad B quàm ad C, ut infra suo loco explicabitur, & subindicatum est superiùs lib. I. cap. 14. §. *Ex his fieri potest.* Hinc Hamburgensia plaustra, quibus merces Hamburgo Norimbergam devehuntur, longiora sunt, quia nec altiores clivi in itinere frequentes occurrunt, nec angustæ sunt viarum flexiones, ex quibus oriatur aut ascendendi, aut plaustrum inflectendi difficultas. Quare illis & majora onera imponi possunt, & sex equi non bini & bini, sed singuli recto ordine adjunguntur; quo fit ut non in diversa trahentes, omninò simili impetu currum deducant. Quòd si viæ plus haberent difficultatis tum ex clivis, tum ex flexionibus, non expediret tam longa plaustra construere, nec equos tam longâ serie disponere, ut cuique rem vel lexyter consideranti statim patebit.

CAPUT IX.

Quid Cylindri & Scytala ad faciliorem ponderis motum præstent.

ADeò ingentia aliquando pondera transferenda proponuntur, ut ea carris imponere transvehenda aut nimis operosum sit, aut periculo non vacet, ne rotarum axes pondere prægravati diffingantur, aut propter soli mollitudinem rotæ devorentur: propterea rationem aliquam inire oportet, quâ voti compotes simus, citrà hujusmodi pericula. Et quidem si corpus teres sit, nec viarum salebræ, aut angustæ impedimento sint, ipsum versari in gyrum poterit simili artificio, quo ad deportandos Ephesum ex lapicidinis scapos columnarum centum viginti septem altitudine pedum sexaginta usus est Ctesiphon Gnosius (sic eum vocat Plinius lib. 7. cap. 37. cum Vitruvio lib. 10. cap. 6, quem tamen idem Plinius lib. 36. cap. 14.

cum

cum Strabone vocat Chersiphronem) celeberrimo Dianæ templo construendo præfectus, & quidem felici eventu: capitibus enim scaporum, ubi axis extremitates desinebant, subscudis in modum inseruit, atque implumbavit ferreos axes: tum de materiâ trientali scapos (hoc est ligneos tigillos crassitudinis unciarum quatuor pedis, seu pollicum quatuor) duos longiores juxta columnæ longitudinem, duosque breviores transversarios ita compegit, ut parallelogrammum constituentes columnam possent complecti; mediisque transversariis ferreas armillas inseruit, quibus axes ferrei infigebantur, adeo ut liberè versari possent, cum boves traherent; quemadmodum & in gyrum volvuntur cylindri marmorei aut lapidei, quorum usus est in exæquandis ambulationibus. Est autem maximè verisimile, & probabile, ita firmiter ligneum illud parallelogrammum fuisse compactum, ut non solum extremis transversariorum capitibus anterioribus alligari possent boves; sed etiam per totam anterioris scapi longitudinem distribui, ut facilius columna transferretur.

Prosperum exitum consecuta scaporum vectura animum adjecit Methageni Ctesiphontis filio, ut paternam industriam æmuletur in Epistyliis vehendis: cum enim horum figura non ea esset, quæ perinde atque cylindrica volvi posset, duabus rotis pedum circiter duodenum singula epistylia firmiter inclusit; rotarumque centris ferreos axes infixit, qui in armillis similem haberent versationem, ac dictum est in scaporum vecturâ. Cum enim boves ligneo parallelogrammo alligati traherent, Rotæ volvebantur, atque cum illis paritèr epistylia Rotis cohærentia in gyrum versabantur; quippe quæ in subiectum solum non incurrebant, cum solæ Rotæ terram attingerent. Hâc methodo corporibus, quæ non sunt ad volubilitatem rotundata, facilem conversionem conciliare possumus; ex Rotis nimirum & pondere moles una compingitur, cujus extremitatibus cylindricis tota innititur, nihilque refert, cujus demum figuræ sit pars media, scilicet pondus, modò hæc à solo aliquantulum distans motum non impediat. Quâ autem ratione aut Rotæ construuntur, aut illis onus includatur, artificis seu architecti solertiæ relinquitur.

D d

Methagenis artificium imitatus Paconius, teste Vitruvius lib. 10. cap. 6. lapideam basim longam pedes duodecim, latam pedes octo, & altam pedes sex Apollinis colosso restituendam, duabus Rotis pedum circiter quindecim, similiter inclusit: sed aliâ ratione ac Methagenes deducere statuit. A Rotâ ad Rotam circâ lapidem fusos sextantales, hoc est crassitudinis pollicum duorum, ad circinum compegit ita, ut fusus à fuso non distaret pedem unum. Tum circâ fusos funem involvit, qui bobus trahentibus explicabatur, & convertebantur Rotæ. Verum quia funis circumvoluti spiræ ad unam, aut ad alteram partem spectabant, non poterat viâ rectâ ad lineam deduci moles illa; sed modò in hanc, modò in illam partem deflecebat, ut opus esset retroducere, adeò ut ducendo & reducendo pecuniam contriverit, & operam luserit Paconius. Potuisset tamen huic malo occurrere, nec sui inventi laude fraudari, si circâ fusos non unicum, sed duplicem funem ita involvisset, ut funium spiris vel ab extremitatibus fusorum, vel à medio, incipientibus, funis uterque paribus semper intervallis à sibi proximâ Rotâ distarent; sic enim factum fuisset, ut boves æqualiter utrumque funem trahentes, æqualiterque evolventes, molem illam rectâ viâ deducerent.

Quamquam autem suâ laude non careant hujusmodi artificum inventa, expeditissimè tamen, & citrà impendium, onera ingentia traducuntur subjectis cylindris, qui pondere pressi, cum illud trahitur, convertuntur. Palangas peculiari vocabulo Veteres dixere frestes teretes, qui navibus subjiuntur, cum attrahuntur ad pelagus, vel cum ad littora subducuntur; ut apud Nonium Marcellum legisse me memini. Neque aliud quidpiam censendus est Cæsar intellexisse, ubi lib. 3. Belli Civil. scribit *Quatuor biremes subjectis scutulis* (fortasse *scutalis*, hoc est *scytalis*, antiquis enim Romanis « literam » supari solitam loco y literæ Græcæ notum est) *impulsas vectibus in interiorem partem transduxit*. Sunt autem scytalæ ut apud Suidam, rotunda & polita ligna: aliquid tamen peculiare addit Aristoteles in Mechan. quæst. 11. quærens, *cur super scytalas facilius portantur onera quàm super currus, cum tamen y magnas habeant rotas, illæ verò pusillas?* Scytalis nimirum pusillas

illas rotas adjectas intelligit, non eas quidem circa axem, sed cum axe ipso, cui adnectuntur, versatiles; cujusmodi essent in hoc schemate rotulæ A & B cum suo axe connexæ.

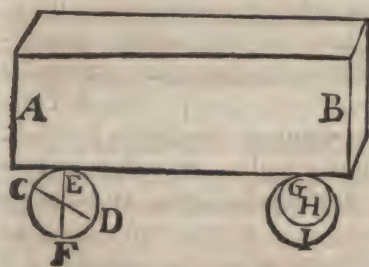


Porro duplicem hujusmodi scytalarum usum considero: si enim onus impositum incumbat Rotulis ipsis, vel quia plana sit ejus superficies, vel quia tabulato fuerit superpositum, perinde res se habet, atque si cylindrus esset, cujus diameter idem esset cum rotularum diametro: neque tunc admodum refert, cujusnam figuræ sit axis, quem onus non tangit, si-ve rotundus ille sit, si-ve angulatus. At si onus ipsi axi incumbat, promineantque hinc & hinc rotulæ, omnino necesse est axem rotundum esse, ut fieri possit rotularum conversio, atque ita longum, ut inter rotulas onus laxè intercipiatur; maximè quippe cavendum est, ne rotulæ onus contingant, alioquin ex mutuo conflictu mora non mediocris motui crearetur. Ideò autem excogitatæ videntur hujusmodi scytalæ, ut minimâ sui parte secundum extremitates tangerent subjectum planum, atque adeò in pauciora incurrent offendicula, quàm cylindri totâ suâ longitudine incumbentes plano. Sed illæ ab usu artificum jam diù intermissæ locum simplicibus cylindris concessere, quippe qui ob continentem sibi-que semper similem figuram solidiores sunt, & periculo carent, cui obnoxia sunt scytalæ, ne videlicet Rotulæ illæ labem aliquam faciant cum rotunditatis, atque adeò etiam motûs, detrimento. Illud verò commodum, quod ex offendiculorum evitacione oriebatur, obtinemus pariter, si duplicem planorum tigillorum seriem substernamus capitibus cylindrorum; hinc enim fit, ut viarum salebræ evitentur, & Cylindri modicâ sui parte contingant subjectos tigillos, qui viam planam & æquabilem constituentes moram nullam motui injiciunt.

Sed & in hoc cylindrorum usu communiter censetur aliquid inesse facilitatis majoris ad onera deducenda, quàm si illa currui imponerentur; tum quia currui sua inest gravitas, quæ unâ cum impositâ farcinâ majus onus constituit, ac

Dd 2

propterea in utroque transferendo is, qui trahit, majorem impendit laborem; at subjectis oneri cylindris, horum gravitas nihil officit trahenti: Tùm quia currus Rotæ, cum sint circà suum axem, cui infiguntur, mobiles, aut hûc & illuc nutant, si laxa sint capita, nec clavo exquisitè coërceantur, aut si arctius axi cohæreant, axem quem complectuntur, & clavum quo coërcentur, validius terunt; & ex utroque hoc capite movendi difficultas oritur, cum aliquid impressi impetûs aut in illâ inconstantia, aut in hoc conflictu conteratur: nihil autem hujusmodi cylindris contingit. Tùm etiam quia Rotæ modiolus ab axe premitur, & deorsum pondere urgente, & antrorsum impetu ad anteriora trahente; ex quo quantum difficultatis in movendo oriatur, hinc manifestum est, quod nisi axungia aut amurcâ illinantur currum axes, ægrè convertuntur rotæ, & denso stridore, quantus sit partium tritus atque conflictus, testatum faciunt. At Cylindri quantumvis ab onere premantur, nullo pingui liquore oblinendi sunt, ut lubrici fiant; nulla enim impositi oneris asperitas cylindrorum conversionem impedire potest. Nam si fue-



rit ingens lapis AB cylindris subjectis impositus, & cylindri punctum C congruat puncto A lapidis, diametri CD altera extremitas D tangit subjectum planum; cum verò saxum ex B versùs A propellitur, seu trahitur ex A, ita cylindrus convertitur, ut DF arcus sensim ad subjectum

planum, contrà verò arcus CE ad impositum saxum accomodetur, citrà omnem saxi & cylindri affricum.

Hinc tamen aliquid etiam incommodi cylindris adhæret, si eum plaustrorum rotis conferantur; hæ scilicet motum continuant, cum sine fine volvantur, quippe quæ axi infixæ, imposito oneri pariter, ut ita loquar, cohærent; illos verò, nimirum cylindros, onus dum promovetur, post se relinquit; ac proinde aut cylindrorum copia non exigua suppetere debet, qui

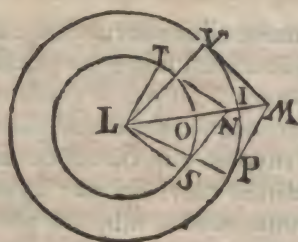
qui longâ serie dispositi onus alij ex aliis excipiant, aut qui relinquuntur, subinde transferendi sunt, ut iterum oneri subjiciantur. Verum hæc alterna cylindrorum translatio non adeò gravis est; quin plus habeat adjumenti, quam incommodi; cum enim plurimum referat, utrum qui subjicitur cylindrus, reliquis posterioribus cylindris parallelus, an obliquus statuatur, ut onus ad lineam viâ rectâ deducatur, aut motus sui vestigium inflectat; facillimum est opportunâ cylindri translati collocatione parallelâ, aut obliquâ, destinatum oneris motum administrare.

Illud autem non immeritò hîc examinandum occurrit, utrum majores cylindri minoribus potiores censendi sint, & an præstet subjicere oneri cylindrum *GI* majorem, an verò minorem *GH*. Et quidem si figuræ dumtaxat magnitudo atque parvitas spectetur, hoc unum discrimen invenio, quòd ad certam motûs mensuram perficiendam crebrius volvi oportet cylindrum minorem, quàm majorem; onus verò à subjecto plano distare majoris diametri *GI* intervallo potius, quàm minoris *GH*, non video, quid conferat ad motûs facilitatem; tantum enim promovetur onus, quantus est peripheriæ arcus, cui illud in motu aptatur, eique æqualis est arcus oppositus, qui plano pariter in motu congruit: ac propterea parum refert, utrum eadem arcus mensura sit majoris circuli pars minor, an minoris circuli pars major.

Verum si qua inter motum occurrant offendicula, hæc minùs officere majori cylindro, quàm minori, dicendum est, quemadmodum & de rotis majoribus dictum est superiori capite; siquidem majoris cylindri diameter obliquior incidit in idem offendiculum, quod minùs directè opponitur motui, & longiore motu Potentiæ sit eadem ponderis elevatio, ut ibi explicatum est.

Aliud est præterea, nec sanè nullius momenti, quod majori cylindro incitatioem dat volubilitatem; quòd videlicet (quemadmodum & globo majori contingit) major cylindrus, quamvis Geometricam Rotunditatem non assequatur, tamen propiùs accedit ad figuram exquisitè Rotundam, quàm minor: si enim à circulo Geometricè perfecto æqualiter recedant utriusque cylindri majoris ac minoris basès, non tamen æqua-

liter angulata est utraque basis, sed in majori major est angulus, in minori minor, atque adeò ille magis, quàm hic, ad rotunditatem accedit. In majori autem circulo angulum, qui peripheriam complectitur, majorem esse palam est, quia idem excessus majori Radio additus constituit secantem anguli minoris, quàm si minori Radio addatur; ac propterea angulus Complementi major est in majori, quàm in minori. Id quod, per se quidem satis clarum, dilucidius explicabitur, si ex minore circulo extet particula, cu-



jus altitudo sit ON, ex majore autem circulo æqualis altitudo emineat IM. Ductis Tangentibus & Radiis, certum est Secantis excessum ON supra Radium LO minorem, habere majorem Rationem ad suum Radium, quàm habeat æqualis excessus IM ad suum Radium LI majorem ex 8. lib. 5. Est igitur

MLP angulus minor angulo NLS, & Complementum LMP majus est Complemento LNS quare totus angulus VMP major est toto angulo TNS, ac proinde magis ad rotunditatem accedit.

CAPUT X.

Circulorum Concentricorum motus explicatur.

Circuli motus, ob id ipsum quia circulus est, circa suum Centrum perficitur eâ ratione, ut superiores partes progrediantur, inferiores retrocedant, anteriores descendant, posteriores ascendant, servatâ semper pari oppositorum progressûs atque regressûs, descensûs atque ascensûs mensurâ; pro ut unicuique rem vel leviter consideranti patet. Quare dum in gyrum circulus agitur, centrum quidem manet, reliquæ verò partes ita singulæ ex alio in alium locum sibi invicem

bitæ circa suum centrum, punctum A ascendens in E retrocedit juxta mensuram sinûs S E (qui ad Radium C A 21 est ut 18) hinc est post conversionem, in qua D est in G, punctum A ita ascendisse, ut sit in lineâ H E parallelâ Tangenti G A, sed motui centri tantum detraxerit, quantus est sinus S E. Quia igitur Radius C D ubi congruit punctis F G, secat in H rectam H E, sumatur H I æqualis sinui S E, & puncti A totus progressus remanet S I partium 4, quarum S H, seu C F est 22. Quare A est in I, quando D est in G.

Contrâ verò in superiore semicirculo sumatur item ex B hinc, & hic sextans B K & B L; atque in conversione ubi centrum C venerit in F, & punctum orbitæ D in G, erit K in O, & diameter D K secabit parallelam K N in M. Igitur punctum B ita descendit ad parallelam N K, ut motui centri C F, hoc est B O seu R M, addiderit suum progressum juxta mensuram R L Sinum Sextantis B L, hoc est 18. Venit igitur B in N; atque additis R M 22, & M N 18, totus progressus puncti B est R N 40. Comparatis itaque invicem curvis lineis A I & B N, manifestum est puncta B & A non æque velociter moveri, cum eodem temporis spatio inæqualia loci spatia percurrant.

Eadem erit methodus, si reliquorum orbitæ punctorum velocitates aut tarditates considerandæ sint: si tamen adverteris non eandem esse omnium circuli Quadrantum rationem in determinandâ mensura motûs addendi, aut demendi motui centri. Nam in anteriori Quadrante superioris semicirculi, & in posteriori Quadrante inferioris semicirculi, mensura progressûs addendi in illo, & regressus demendi in isto, attendenda est ex Sinu Recto arcûs, qui describitur in motu circa centrum à puncto, cujus velocitas inquiritur, aut tarditas: Et quidem integer Sinus Rectus accipitur, si punctum à summo vertice descendens, vel ab infimo contactûs puncto ascendens moveatur, ut ex B vel ex A: sin autem punctum consideretur, quod intrâ eosdem Quadrantes distet ab extremitatibus diametri subjecto plano insistentis, puta L aut E, quæ moventur in V, aut in P, progressûs aut regressûs mensura desumitur ex differentiâ Sinuum Rectorum, qui respondent arcubus B L & B V, aut arcubus A E & A P. In posteriori verò Quadrante superioris

conversio, & ubi punctum D venerit in F, punctum I sit in T, & centrum C in O, atque adeò Radius CD mutato suu factus sit OF. Major igitur Quadrans percurrit spatium BF, & minor spatium ST. At quia æquales rectæ OF & CB perpendiculares, sunt ad eandem rectam BF, etiam sunt parallelæ, junguntque parallelas ST & BF, quæ propterea etiam sunt æquales, ex 34. lib. 1. Igitur arcus SI minor arcu BD, coaptatur spatio æquali ipsi arcui Quadrantis BD, cui supponitur æqualis recta BF. Quarum itaque partium 7 est Radius CB, earum est Quadrans BD, hoc est recta BF 11, estque pariter ST 11. At quarum partium 7 est Radius CB, earum sit Radius CS 4; igitur Quadrans SI est $6\frac{2}{7}$ multo minor quam recta ST, cui ipse Quadrans SI in motu congruit.

Id enim verò tantum præ se fert difficultatis, ut mirum sit, quot Ixiones rota hæc torqueat, & quam varias in partes se alij aliter versent; quorum sententias si examinare liberet, in longum nimis sermonem me vocaret ista disputatio, nec satis scirem, utrum plus aliquid lucis propositæ quæstioni affunderetur. Quid igitur probabilis dicendum videatur, paucis expono.

Prius tamen observa in dictâ Quadrantis revolutione, quando Centrum C venerit in O, & D in F, & in I in T, tunc punctum B esse in E (est enim OE æqualis Radio CB) atque punctum S in V (est scilicet OV æqualis Radio CS) ita ut B ascendat per curvam BE, punctum autem S ascendat per curvam SV, & similiter punctum D descendat per curvam DF, punctum verò I descendat per curvam IT. Ex quo patet punctum S minoris circuli plus promoveri, quam punctum B majoris circuli; hujus enim progressus est CE, illius autem est CV: & pari ratione constat magis ad anteriora promoveri punctum I minoris circuli, cujus progressus mensura est IO, quam punctum D majoris circuli, cujus progressus est DO.

Et hæc quidem, quando centri motus legem accipit à peripheriâ majoris circuli; ad cujus motum minor circulus concentricus movetur; eo quod major circulus insit subjecto plano; cui orbita subinde coaptatur rectam lineam sibi æqualem designans ex hypothese, dumque movetur, secum rapit interiorem circulum.

Quod

Quod si minor circulus infistat subiecto sibi plano, legemque det motui centri; quia minor periphæria designat rectam sibi æqualem, res contrario modo procedit, quia dum ad minoris circuli motum circulus major movetur, hujus orbita designat in plano subiecto lineam minori periphæriæ æqualem. Hinc si arcus SI designat rectam SG sibi æqualem, ubi I venerit in G, etiam D erit in H, atque totus Quadrans BD designabit solum rectam BH æqualem rectæ SG. Erit igitur recta SG æqualis Quadranti SI $6\frac{2}{7}$; cui pariter æqualis est BH: Ex quo fit punctum B, quia distat à centro C partibus 7, non solum non procedere in revolutione Quadrantis; sed retrocedere per $\frac{1}{7}$ interea, dum commune centrum C promoveatur per $6\frac{2}{7}$.

Non absimili ratione punctorum B, & S jam in E & V translatorum motus per consequentes circuli Quadrantes, donec integra revolutio perficiatur, considerandus est: & quæ de uno puncto cujusque circuli deprehenduntur, de singulis ejusdem orbitæ punctis dicta facilius intelliguntur, quàm ut uberiori explicatione opus sit.

Ex his apertè liquet eam lineam rectam in subiecto plano designari à periphæriâ tum majoris, tum minoris circuli, quæ æqualis sit motui centri, prout ille legem accipit à majore aut à minore orbitâ, ad cujus motum altera movetur; ac proinde modò longiori, modò breviori lineæ rectæ in motu coaptantur ambæ periphæriæ; ut enim rectè loquitur Aristoteles loc. cit. *Quando hic quidem movet, ille verò movetur ab isto, quantum utique moverit alter, tantum alter movebitur.*

Cur igitur parem lineam rectam designat in plano utraque orbita major & minor? constat ex dictis: quia nimirum cujuslibet circuli quodlibet punctum dum trahitur simul, & volvitur, promovetur non nisi pro ratione motus centri: sed concentricorum circulorum unum & idem est centrum; ergo unus est centri motus, & secundum unam eandemque mensuram motus centri, omnia puncta tum majoris, tum minoris orbitæ, demum absolutâ conversione, promota sunt; singulorum enim incrementa, dum superiorem semiperipheriam motu describunt, ab oppositis decrementis elisa in inferioris semiper-

ripheriæ descriptione, solum centri motum relinquunt. Nil itaque mirum, si tres lineæ, quarum primam centrum percurrit, secundam orbita minor designat, tertiam orbita major, planè æquales sunt; pendent enim ab unico & communi motu centri, cui nihil additur, aut demitur ex integrâ conversione circa centrum, sive illa latius excurrat in majore circulo, sive archius in minore coërceatur.

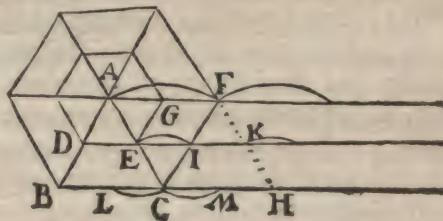
At, inquis, difficile est cogitatione assequi, & oratione explicare, quâ fieri possit, ut peripheriâ utrâque subjectum sibi planum semper tangente, nulloque puncto manente sine motu, ita ut plana subjecta ab aliis subinde atque aliis punctis tangantur, pauciora puncta minoris peripheriæ totidem punctis rectæ lineæ cooptentur, ac plura puncta majoris peripheriæ.

Sunt qui difficultatem hanc declinant adstruentes infinita puncta tum in circulorum peripheriis, tum in lineis rectis, negantesque inter infinitas multitudines, quæ invicem comparantur, affirmari posse totidem in unâ infinitâ multitudine, ac in aliâ pariter infinitâ unitates reperiri, nulla enim est infiniti ad infinitum Ratio, ac proinde nulla fieri potest, perinde ac in multitudinibus finitis, comparatio minoris, aut majoris, aut propriæ, &, ut aiunt, positivè æqualis. Hæc tamen (quamvis quod ad infinita Ratione carentia spectat, à me ultro admittantur, Rationem scilicet habere dicuntur inter se magnitudines, idem & de multitudinibus dicendum, quæ possunt multiplicata se mutuo superare, ut definit Euclides lib. 5. ubi autem nullus est terminus, ut in infinito, nullus pariter excessus intercedere potest quavis factâ multiplicatione) non facient satis comparanti omnia puncta unius lineæ cum omnibus punctis alterius lineæ, non quâ infinita punctorum multitudines sunt, sed quâ finitæ magnitudines ex punctis illis quantumvis infinitis constituuntur: finitas autem magnitudines comparari invicem posse, ac Rationem inter se habere nemo negaverit. Superest igitur explicandum, quomodo peripheria minor coaptetur lineæ rectæ æquali illi eidem, cui commensuratur peripheria major.

Propterea, duce Galilæo Dialog. 1. de motu, observant similitum polygonorum concentricorum motum ac conversionem, in quâ polygonum, ex quo centri motus legem accipit, singu-
la

la latera ita æqualibus lineæ rectæ partibus accommodat, ut in integrâ conversione lineæ rectæ subjecti plani sit æqualis perimetro polygoni: at non item partes omnes lineæ, cui alterum polygonum in motu coaptatur, si unica comprehensione sumantur, lineam æqualem polygoni majoris perimetro constituunt. Res, claritatis gratia, explicetur

in Hexagonis, quorum commune centrum sit A, & latera BC, DE incumbant parallelis lineis BH, DK. Det primum legem motui centri po-



lygonum exterius, & majus, fiatque conversio circa punctum C, demum latus CF congruet rectæ CH, & centrum A per arcum AF erit translatum in F; latus verò minoris polygoni EG congruet parti IK, intactam relinquens partem EI, ita tamen; ut tota EK æqualis sit ipsi CH. Id quod est manifestum, quia factâ translatione centri in F, semidiameter, quæ ex F pertingit ad H, est parallela ipsi AC, cum ad similes angulos incidat in subjectam lineam; sunt autem parallelae etiam AF, DK, & BH; igitur tres lineæ AF, EK, CH sunt æquales, ex 34. lib.1. Atqui quod uni lateri contingit, etiam reliquis lateribus commune est; igitur factâ integrâ conversione Hexagonum majus designabit lineam sextuplicem ipsius CH æqualem toti perimetro, & Hexagonum minus percurrent lineam similiter ipsius EK sextuplicem, quæ æqualis est perimetro majoris Hexagoni, sumendo tam partes lineæ DK, quas intactas relinquit, quam quæ tanguntur. Cæterum si ex solum, quæ ab Hexagono minore tanguntur, accipiantur, patet illas simul sumptas non esse majores perimetro ejusdem minoris Hexagoni.

Deinde polygonum interius & minus det legem motui centri, & conversio fiat circa punctum E, postquam latus EG congruit lineæ EI, & centrum est in G (in hoc enim exemplo ad vitandam in Schemate confusionem literarum assump-

tum est Hexagonum minus subquadruplum majoris, latera scilicet minoris subdupla sunt laterum majoris) cum interim punctum C retrocesserit in L, & demum latus CF congruat lineæ LM. Igitur majus polygonum solum designat in motu, quo progreditur, lineam CM æqualem lateri minoris polygoni EI; & factâ integrâ conversione, designata erit linea sextuplex ipsius CM & ipsius EI; atque adeo utrumque polygonum æqualem lineam progrediendo designat.

Hæc quæ de Hexagonis concentricis exempli gratiâ dicta sunt, de omnibus similibus atque concentricis polygonis dicta intelliguntur, quotcumque sint laterum. Jam verò Authores illi concipiunt circulos tanquam polygona infinitorum laterum: & quemadmodum minus polygonum totidem spatia subiectæ lineæ intacta relinquit, totidemque rangit, quot habet latera; ita pariter in circuli minoris conversione, infinita spatia vacua non-quanta (ne scilicet si quanta essent, opus esset lineâ infinitâ) intermixta spatiis, quæ tanguntur, adstruunt, adeo ut demum ex omnibus spatiis tactis simul & intactis coalescat linea æqualis ei, quæ tangitur à majore peripheriâ majoris circuli.

Mihi tamen arridere non potest illa loquendi formula, quæ circulum polygonum infinitorum (& quidem infinitorum simpliciter) laterum dicit. Polygonum enim utique regulare circulus esset; polygonum autem esse non potest illud, quod angulis caret; neque anguli esse possunt, ubi non est lineæ ad lineam inclinatio; in peripheriâ verò circuli linea nulla esse potest, essent siquidem infinitæ lineæ æquales invicem, quæ utique constituerent extensionem simpliciter infinitam. Quod si infinita dixeris puncta; non est puncti ad punctum inclinatio, quæ possit angulum constituere, ac proinde circulus non est polygonum infinitorum laterum, nisi vocabulis ad opinandi licentiam immoderatè abutamur. Adde quod omnia diametri puncta ad omnia puncta peripheriæ essent in Ratione, quam Archimedes *lib. de dimensione circuli* definivit contineri inter Rationem 7 ad 22, & Rationem 71 ad 223: non igitur infinita esse possunt aut diametri, aut peripheriæ, aut utriusque puncta; ab infinitis enim Rationem omnem ablegant iidem Authores. Si itaque

itaque circulus polygonus non est, adhuc indiget explicatione, quomodo ad circulos concentricos traducantur ea, quæ de polygonorum concentricorum conversione considerata sunt.

Quòd si circulum ita in polygonum convertamus, ut nec illi fixum definitumque laterum numerum tribuamus, nec simpliciter infinitum; sed liceat minora semper atque minora latera concipere; ut laterum ipsorum numerus semper augeatur, ita ut non simpliciter infinitus, sed indefinitus dicatur, non abnuo: proposita enim difficultas satis commodè hâc ratione explicabitur. Verùm in hac laterum extenuatione, si ad minimam extensionem deveniamus, quæ à puncto physice non differat; non infinitus est hujusmodi punctorum numerus, sed certus est atque definitus: Nec ipsis punctis, seu minimis Physicis sua figura detrahenda est, in majori enim peripheriâ minus curvantur interiùs, minusque convexa sunt exteriùs, propiusque ad lineam rectam accedunt; in minori autem orbitâ puncta hæc circularia curvantur magis, magisque convexa sunt exteriùs, & à rectitudine magis deflectentia ita absunt à subjectâ rectâ lineâ, ut, dum conversio fit circuli, & trahitur, describant in motu lineam curvam magis obsecundantem motui centri, quàm quæ describitur à punctis similiter positis, in majore peripheriâ.

Cæterum cavendum est maximè ab eo, quod quia subest æquivocationi, difficultatem in hâc quæstione auget; illud autem est, quod punctum peripheriæ cum puncto lineæ Tangentis perperam comparatur, quasi in contactu coæquantur; id quod à veritate longè abest; se enim contingunt circulus & linea incommensurabiliter, si contactus præcisè spectetur: at si contactus & motus componantur, jam quædam extensio concipitur, quæ aliquâ ratione comparari potest cum spatio lineæ, quæ tangitur, quatenus huic aut illi parti lineæ in motu coaptatur circulus, aut ejus pars. Quare circuli minoris, qui ad majoris circuli motum movetur, singula puncta non aptè comparantur cum singulis subjectæ rectæ lineæ punctis, quasi circuli punctum, quod est tertium à contactu, antequam incipiat motus, in conversione tangat tertium rectæ lineæ punctum; sed tanget fortasse quintum aut sextum pro ratione magnitudinis
aut

aut parvitatē ipsius circuli ; pro ut in polygonis concentricis observare est ; quò enim majus est interius polygonum , eò etiam minora sunt intervalla , quæ intacta relinquuntur. Et quamvis in circuli contactu intervalla hujusmodi intacta non admittantur , non est tamen abs re puncto circuli , quod voluitur simul & trahitur cum ipso circulo , vim tribuere tangendi plus quàm unum subjectæ rectæ lineæ punctum , quemadmodum majoris peripheriæ punctum in motu contingit ex punctis subjectæ lineæ rectæ non communicantibus minus quàm unum , si ad interioris circuli motum circulus exterior moveatur : nam ad majoris , & exterioris motum minor , & interior promovetur ; ad minoris verò & interioris motum major & exterior circulus retroagitur. Quapropter si interior circulus in primo casu velocius , & exterior in secundo casu tardius movetur comparatè ad spatium collocatum cum eorum peripheriis , nil mirum in motu perfici ab illius puncto Physico plus spatij , quàm ferat ejus magnitudo , ab hujus autem puncto Physico minus spatij : in continuâ enim quantitate partes minores subinde ac minores vera , ut opinor , Philosophia admittit. Sed quia hæc esset infinita , concertationumque plena disputatio , satis ea sint , quæ diximus , & ad utiliora gradum faciamus.



MECHA



MECHANICORUM

LIBER TERTIUS.

De Libra.



EXPLICATIS superiore Libro Causis motus Machinalis, ordinis ratio postulareret, ut ad ipsas Machinas, seu, ut ab Antiquioribus apud Pappum lib. 8. Collect. Mathem. prop. 10. vocantur, Facultates, ad quas Machinamenta ab artificibus exco-
gitata reducuntur, aut ex quibus hæc componuntur, examinandas & explicandas progredieremur: Et fortè alicui videatur ab instituto nostro alienum libram hîc considerare, quippe quæ non ad motum oneribus conciliandum inventa est, ideòque nec inter Facultates enumeratur, sed usum omnem habet in motu prohibendo, ubi factum fuerit ponderibus æquilibrium. Nec eo quidem consilio libræ momenta hîc expendo, ut inde Vectis rationes explicentur (quemadmodum non paucis placet) non enim Vectis vires ad libræ Rationes revocandas existimo, cum sua cuique Facultati causa insit, communis illa quidem, sed quæ perinde in Vecte reperitur, atque si nulla prorsus existeret libra. Verùm eatenus libram Mechanicæ contemplationi inferendam censeo, quatenus non minoris artis est ea, quæ in motum prona sunt, cohibere & sistere, quàm onera quiescentia per vim suo loco dimovere: Cum maximè ad libram pertineat Statéra, in qua modicum pondus multò majori ponderi æquipollet, æquatis in dispari gravitate gravitationum

ff

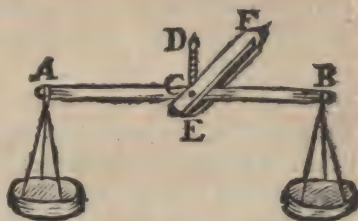
momentis, ut infra in loco ostendetur. Præterquam quod explicato æquilibrio, facilius declaratur in motu Machinali, quid præstet major illa Ratio momentorum agendi ad momenta resistendi, quàm sit reciproca Ratio gravitatum, seu virium oppositarum, absolute sumptarum extrà machinam; ex qua majore Ratione momentorum, etiam Potentiæ moventis virtus innotescit. Nihil autem officit libræ dignitati, quod Cain authorem agnoscere videatur, qui, ut Josephus lib. 1. Antiq. Jud. cap. 2. loquitur, *Simplicem hætenus vivendi rationem excogitatis mensuris & ponderibus immutavit, præstinamque sinceritatem & generositatem ignaram talium artium, in novam quandam versutiam depravavit.* Quid enim si quis præclaro artificio ex naturæ thesauris deprompto abutatur? Dolos & fallacias, aut errores, quibus infici potest libræ usus, ideo retegemus: ut nimirum quod Justitiæ commutativæ symbolum datur, omni injustitiæ suspicione vacet. Cæterum quæ nobis inest arbitrij libertas, potissima naturæ rationis compotis prærogativa, libræ, aut stateræ jure merito comparatur, quâ iniqui abutentes dicuntur Psalm. 61. *Mendaces filij hominum in stateris:* ubi S. Basiliius hom. in Psalm. 61. ait *Cuilibet nostrum intus statera quedam est à Conditore omnium apparatus, per quam rerum naturam possis probè dignoscere.* & infra: *Tibi namque propria datur libra, quæ sufficiens discrimen boni, ac mali demonstrat.* Corporea enim pondera in libra lancibus probamus; quæ verò ad instituendam vitam eligenda veniunt, per liberum arbitrium discernimus: quod & stateram nominavit, quoddam momentum æquale ad utrumlibet possit capere.

CAPUT I.

Libra forma, & natura exponitur.

EO consilio instituta est libra, ut certis, ac notis ponderibus, ignotæ gravitatis quantitas indagetur, quæ demùm innotescit, cum æquatis hinc & hinc ponderum libræ adnexorum momentis, neutro prævalente, libra consistit. In hoc instru-

instrumento consideratur primum *Jugum*, seu *scapus*, seu *librile* A B : hoc bifariam dividitur in C, quod, *Centrum* libræ dicitur, non quia sit necessario Centrum gravitatis libræ, sed quia est Centrum,



circa quod agitur, seu versatur jugum, infixo nimirum in C axiculo, qui & *Agina* Latinis, Græcis apud Aristotelem in quæst. Mechan. *spartum* dicitur. Partes autem jugi videlicet C A, & C B. *Brachia*, *Radj*, aut etiam ab aliquibus *Librilia* vocantur. Ex medio jugi ad perpendicularum assurgit lingula C D, quæ inseritur ansæ E F complectenti capita axiculi, adeò ut suspensâ ex F ansâ, quæ horizonti ad perpendicularum immineat, tum demùm intelligatur factum æquilibrium, cum lingula ansæ congruit, & jugum consistit horizonti parallelum. Utrùm autem *Trutina* dicenda sit ipsa lingula, an verò ansa, non conveniunt Authores : litem Grammaticis dirimendam relinquo.

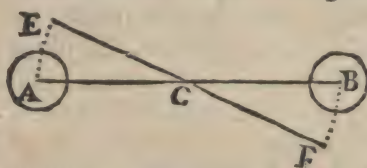
Extremis brachiorum punctis A & B adnectitur utrumque pondus, tam notum, quod est alterius mensura, quàm ignotum, cujus gravitas examinatur. Nihil autem refert, an pondera uncinis adnexa dependeant, an verò lancibus indè pendentibus imponantur; id quod vulgare est magisque usitatum, & libræ fecit nomen *Bilanci*. Illud enim præcipuum est, ac maximè attendendum, quòd omnia hinc & hinc æqualia sint, nimirum pondus unius lancis cum funiculis seu catenulis æquale sit ponderi alterius lancis cum suis appendiculis (pondus, inquam, ponderi æquale sit; nil enim interest æquales ne an inæquales fuerint utriusque lancis funiculi secundum longitudinem, modò in æquali distantia à centro adnectantur) & brachium alterum majus non sit reliquo brachio non solum quoad gravitatem, quæ materiæ jugi inest, sed potissimum quoad ipsorum brachiorum longitudinem.

Porro hæc brachiorum longitudo non est desumenda, ut ita loquar, materialiter, à centro jugi ad extremitatem, ubi materia definit, ex quâ constat, sive ferrum sit, sive lignum, sive aliud quidpiam : sed brachiorum longitudinem definiunt

Ff 2

puncta jugi, ex quibus pondera dependent: horum etenim distantiam à centro omnino æqualem esse oportet. Hujusmodi autem puncta non alia sunt, quàm puncta contactûs jugi & anulorum seu uncinorum illi infixorum, quibus deinde lances aut pondera adnectuntur. Hoc illud est, in quo maxima artificis industria, atque diligentia collocanda est, ut exactissimam brachiorum æqualitatem assequatur.

Data itaque hac, quàm diximus, brachiorum æqualitate, si æqualia pondera hinc & hinc addantur, manifestum est jugum libræ ex aginâ suspensum ad neutram partem inclinari, sed manere horizonti parallelum; fieri namque non potest, ut extremitas altera descendat, quin opposita extremitas cum adnexo pondere ascendant, & quidem æquali motu propter brachiorum æqualitatem. Finge enim pondus B descendere in F, utique



pondus A ascendet in E, atque describent arcus BF & AE æquales, quippe qui æqualibus angulis ad verticem in C subtenduntur, & ab æqualibus radiis CB, CA

describuntur. At æqualis est in B vis descendendi atque in A repugnantia ad ascendendum; illa igitur præpollere non potest. Siquidem vis descendendi componitur ex ponderis gravitate, & non impeditâ motûs naturalis velocitate; repugnantia verò ad ascendendum componitur & ex ponderis contranitentis gravitate, & ex velocitate motûs præter naturam: sunt autem gravitates ex hypothesi æquales, motus etiam per arcus BF & AE essent æquales; ac proinde vis tendendi deorsum inveniens æqualem oppositam repugnantiam ad motum sursum nequit illi imprimere impetum, quo per vim moveatur: ut enim sequatur motus, aut gravitates dispares esse oportet, aut motuum Potentiæ moventis & Ponderis moti velocitates inæquales, ut major sit Ratio hujusmodi velocitatum, quàm sit reciproca Ratio gravitatum: alioquin nulla esset virium movendi & resistentiæ inæqualitas, ubi omnia essent æqualia. Cum itaque in librâ sic constitutâ intercedat omnimoda æqualitas & brachiorum, quibus definitur motus, & gravitatum, quæ sibi invicem æqualiter obfistunt, ac proinde eadem sit reciproca Ratio gravitatum

&c

& motuum, jugum libræ horizonti parallelum consistere necesse est; & in alteram partem si inclinetur, manifestum est in illâ lance plus ponderis fuisse impositum, quàm in reliquâ.

Ut autem quàm exactissimè ponderum ignota gravitas examinari queat, opus est ut axiculus jugo infixus (saltem in superiore parte, cui scapus incumbit) exquisitè cylindricam figuram obtineat; hinc enim fiet, ut cum rotundo foramine scapi contactus fiat in lineâ, quamcumque tandem positionem habeat ipse scapus: nam quemadmodum ex prop. 13. lib. 3. duo circuli se intus contingentes tangunt in puncto, ita duæ superficies cylindricæ, cava altera, altera convexa, se tangunt in lineâ. Id si fiat facilè ab æquilibrio deflectet scapus, si vel modica intercedat ponderum inæqualitas. At si angulatus fuerit axiculus, vel superior foraminis pars rotunditatem non fuerit assecuta, jam non in unâ lineâ, sed in pluribus contactus fieret, atque adeò iners esset ad motum scapus, etiamsi non omninò æqualia essent pondera lancibus imposita.

Quare artifices illos non probo, qui axem ita efformant, ut superior pars in aciem desinat, illud sibi persuadentes, quod minore partium conflictu se tangentes axis & scapus faciliorem relinquunt in alterutram partem motum libræ. Id quod ut verum sit, non tamen vacat periculo, ne, dum axis capita inferuntur ansæ, acies illa planè sursum non dirigatur, sed modicum in alterutram partem vergat: quæ declinatio si contingat, foramen autem exactè rotundum fuerit, miraculo proximum censè, si libra vacua æquilibrium constituat, ita ut lingula ritè collocata congruat ansæ; acies si quidem illa dividit inæqualiter scapi longitudinem, & brachium alterum altero longius est, atque præponderat. Hoc vitium ubi libra contraxerit, inepti artifices nihil suspicati ab axe malè conformato, aut perperam disposito, ortum duxisse, vel brachium extenuant, vel lancem immutant, donec æquilibrium inveniant. Verùm libram hujusmodi dolosam esse inferiùs constabit propter brachiorum inæqualitatem: quæ quidem levem infert ponderum differentiam in rebus exigui momenti contemnendam; sed in iis, quæ exquisitam ponderis mensuram exigunt, non leve damnum hinc potest emergere.

Quod si axis non sit ansæ, sed scapo, firmiter infixus, volua-

Ff 3

tur autem in ansæ foraminibus (id quod artificibus non paucis magis arridet) jam non superior; sed inferior axiculi pars attendenda est; quippe quæ inferiorem foraminum ansæ partem contingit; & eadem, quæ de superiore parte dicebantur, observanda sunt. Illud tamen præterea in ansæ foraminibus observandum venit, quod eorum infima pars ita sit constituta, ut axis illis incumbens parallelus sit horizonti, quando ansa suspenditur, ut liberè pendeat, vel ita collocatur, ut ad perpendicularum horizonti immineat: alioquin axe inclinato, jugum urgeret alteram ansæ partem; ab alterâ recederet; ex quo jugi cum ansâ conflictu aliqua motui difficultas crearetur.

Jam verò quod ad pondera attinet, supervacaneum est monere non omnia pondera omnibus libris convenire: quamvis enim libra, quâ libra est, nullam prorsus respuat ponderum gravitatem, sed omnem quorumcumque ponderum æqualitatem apta sit indicare suo æquilibrio; quia tamen ex materiâ constat, quæ definitam habet soliditatem atque partium firmitatem (ut nihil dicam de certis atque definitis viribus retinentis ansam, & cum ansâ libram, ac utrumque pondus) fieri potest, ut adeò gravia lancibus imponantur onera, quæ brachiorum rectitudinem inflectant, & eorum æqualitatem corrumpant: Quare tenuioribus libris parva pondera examinantur, crassioribus majora. Illud potiùs cavendum est, ne pondera, quibus tanquam mensurâ utimur, fallacia sint, quia falsâ, aut excedendo legitimam gravitatis quantitatem, aut ab illâ deficiendo.

Quamvis autem tot pondera minimæ mensuræ adhibere possemus, quot numerare oporteret ad explorandam propositæ gravitatis ignotæ quantitatem, hoc tamen valde incommodum esset: quid enim, si lanus carnem in macello vendens grana numerare cogeretur, quæ æquilibrium cum carne constituunt? sed & inutilis esset labor, nam multa sunt, quorum quantitas non est ad vivum refecanda, & minutissimæ particulæ frustra investigantur. Subtilitas hæc relinquatur gemmariis, aurificibus, aurique monetæ cuforibus, quibusdamnum esset minutias contemnere. Quamquam nec istis author fuerim, ut singularibus granis uterentur, sed potiùs ponderibus, quæ pluribus granis æquivalerent; si enim singula grana à legitimo pondere deficiunt per centesimam grani partem, quæ faciliè sensûs aciem

aciem fugit, additis centum hujusmodi grani error est integri grani deficientis; & in uncia libræ Romanæ ponderalis ad monetam pertinentis cum grana 576 contineantur, in uncia auri error esset granorum ferè sex deficientium, & in integrâ librâ, quæ est granorum 6912, esset error granorum 69; qui tamen error vix contingat, si assumatur integra uncia, aut libra: illud si quidem, quod solitarium præ suâ tenuitate in conspectum non cadit, cum pluribus similibus conjunctum evadit demum notabile atque conspicuum. Quare ad paranda pondera hujusmodi subtiliora, assume laminam metallicam pondere unius libræ, sed æquabiliter extensam, ejusque duodecimam partem accipe; hæc erit Uncia, quam sepones. Alterius Unciæ octavam partem assumens habebis Drachmam. Drachmæ pars tertia dabit scrupulum. Scrupuli semissis est obolus. Oboli triens est siliqua. Demum siliquæ quadrans est Gramum. Ex hac minutâ divisione satis constat, quàm obnoxia errori sint minores particule præ majoribus; idemque error, qui in uncia singularis esset, & ut nullus consideraretur, toties repetitus, quot grana in uncia continentur, jam non esset contemnendus. Id autem dictum intelligatur etiam in majoribus ponderibus, ubi uncia non reputantur, satius esse majora pondera habere, quàm minimam mensuram sæpiùs multiplicatam assumere.

Sed quoniam adhuc incommodum accideret tot habere mensuras, quæ juxta seriem naturalem numerorum crescerent, ut propositæ paucitatis examinandæ quantitas indageretur, observatum est non leve compendium, quod offert progressio Geometrica ab unitate incipiens, & in Ratione duplâ aut triplâ progrediens. Nam maximum terminum progressionis duplæ sibi met ipsi additum si muletaveris unitate, & in progressionem triplâ maximo termino unitate muletato si residui semissem addideris, numerum habebis gravitatum omnium, quæ paucis illis ponderibus examinari possunt. Sic dentur octo pondera in Ratione duplâ incipiendo ab uncia 1; octavum est unc. 128: hunc numerum duplica, & à 256 aufer unitatem, reliquus numerus 255 indicat octo illis ponderibus posse in librâ examinari omnes gravitates ab uncia 1 ad uncias 255. Simili modo in Ratione triplâ dentur quatuor pondera 1. 3. 9. 27.

aufer

aufer ab ultimo unitatem, remanet 26, cujus semiffis 13 additus numero 27 dat 40: cujus igitur gravitatis est primum pondus ut 1, tot gravitates usque ad 40 examinari possunt illis solis quatuor ponderibus. Præstat autem uti ponderibus in Ratione duplâ, quia licet plura pondera requirantur, omnia tamen seorsim in propriâ libræ lance collocantur: at si Ratio ponderum sit tripla, aliquâ commutatione uti necesse est, ut in adjecta Tabella observabis, quæ usque ad numerum 40. extenditur: Ubi etiam vides in Ratione triplâ sufficere quatuor pondera 1. 3. 9. 27, at in duplâ exigi sex videlicet 1. 2. 4. 8. 16. 32.

Pondera in Ratione Dupla

1. 2. 4. 8. 16. 32.

Res	Pondus	Res	Pondus	Res	Pondus	Res	Pondus
1	1	11	8. 2. 1.	21	16. 4. 1.	31	16. 8. 4. 2. 1.
2	2	12	8. 4.	22	16. 4. 2.	32	32.
3	2. 1	13	8. 4. 1.	23	16. 4. 2. 1.	33	32. 1.
4	4.	14	8. 4. 2.	24	16. 8.	34	32. 2.
5	4. 1	15	8. 4. 2. 1.	25	16. 8. 1.	35	32. 2. 1.
6	4. 2	16	16.	26	16. 8. 2.	36	32. 4.
7	4. 2. 1.	17	16. 1.	27	16. 8. 2. 1.	37	32. 4. 1.
8	8.	18	16. 2.	28	16. 8. 4.	38	32. 4. 2.
9	8. 1.	19	16. 2. 1.	29	16. 8. 4. 1.	39	32. 4. 2. 1.
10	8. 2.	20	16. 4.	30	16. 8. 4. 2.	40	32. 8.

Pondera

Pondera in Ratione Tripla 1. 3. 9. 27 & 12.

Res	Adde	Pondus	Res	Adde	Pondus	Res	Adde	Pondus	Res	Adde	Pondus
1	1	1.	14	9. 3. 1.	27.	27		27.	40		27. 9. 3. 1.
2	1	3.	15	9. 3.	27	28		27. 1.	41	1	27. 12. 3.
3		3.	16	9. 3.	27. 1.	29	1.	27. 3.	42		27. 12. 3.
4		3. 1.	17	9. 1.	27.	30		27. 3.	43		27. 12. 3. 1.
5	3. 1.	9.	18	9.	27.	31		27. 3. 1.	44	3. 1.	27. 12. 9.
6	3.	9.	19	9.	27. 1.	32	3. 1.	27. 9.	45	3.	27. 12. 9.
7	3.	9. 1.	20	9. 1.	27. 3.	33	3.	27. 9.	46	3.	27. 12. 9. 1.
8	1.	9.	21	9.	27. 3.	34	3.	27. 9. 1.	47	1.	27. 12. 9.
9		9.	22	9.	27. 3. 1.	35	1.	27. 9.	48		27. 12. 9.
10		9. 1.	23	3. 1.	27.	36		27. 9.	49		27. 12. 9. 1.
11	1.	9. 3.	24	3.	27.	37		27. 9. 1.	50	1.	27. 12. 9. 3.
12		9. 3.	25	3.	27. 1.	38	1.	27. 9. 3.	51		27. 12. 9. 3.
13		9. 3. 1.	26	1.	27.	39		27. 9. 3.	52		27. 12. 9. 3. 1.

At contingere potest paratis hisce ponderibus in Ratione duplâ aut triplâ aliquid abundare, & maximum terminum cæteris additum excedere quæsitum numerum, (ut hic, si opus esset provenire solum ad 40, maximus terminus 32 est abundans) propterea retentâ cæterorum summâ adde aliud pondus, ut quæsitum numerum compleat, & est illud, quo opus est; sic 1. 2. 4. 8. 16. faciunt summam 31; aufer 31 ex 40, residuum est 9; sit igitur sextum pondus 9, & satis erit usque ad 40; quia cum habeantur reliquis ponderibus omnes numeri infra 31, jam ex 23 & 9 fit 32, ex 24 & 9 fit 33, & sic de reliquis deinceps. Idem dic de aliâ qualibet summâ majore quàm ferant data pondera, minore tamen quàm opus sit, si adhuc unum pondus in eadem progressionem adderetur; sufficit enim residuum. Exemplum habes in superiore Tabella ponderum in Ratione triplâ, ubi quatuor faciunt 40, sed si adderetur quintum in eadem Ratione 81, esset nimis magnum,

G g

si solum habere velimus pondera infra 121 : quæfatur usque ad 52, & quia inter 40 & 52 differentia est 12, quintum pondus ut 12 sufficiet. Hinc quia ad libram requiruntur solum 24 semuncia, ad unciam 24 scrupuli, ad scrupulum 24 grana, si pondera sint in Ratione triplâ, sufficiunt tria pondera 1. 3. 9. quæ conficiunt 13, & quartum pondus sit 11, ut compleatur summa 24 : & in Ratione duplâ sufficiunt quatuor pondera 1. 2. 4. 8. quæ conficiunt 15, & quintum pondus 9 complens summam 24 illud est, quod requiritur, ut ex adjectis Tabel-
lis liquet.

Pro 24 semunciis ad li-
bram, aut 24 scrupulis
ad unciam, aut 24 granis
ad scrupulum 1. 2. 4. 8. 9.

Res	Pondera.
16	9. 4. 2. 1.
17	9. 8.
18	9. 8. 1.
19	9. 8. 2.
20	9. 8. 2. 1.
21	9. 8. 4.
22	9. 8. 4. 1.
23	9. 8. 4. 2.
24	9. 8. 4. 2. 1.

Pro semunciis 24
1. 3. 9. 11.

Res.	Adde	Pondera.
14		11 3.
15		11. 3. 1.
16	3. 1.	11. 9.
17	3.	11. 9.
18	3.	11. 9. 1.
19	1.	11. 9.
20		11. 9.
21		11. 9. 1.
22	1.	11. 9. 3.
23		11. 9. 3.
24		11. 9. 3. 1.

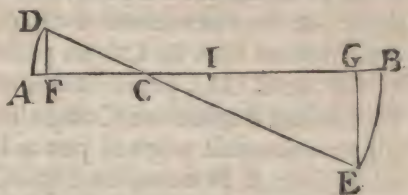
Unum hîc, ubi de Ponderibus sermo est, obiter moneo, libræ nomen apud Romanos æquivocum fuisse, alia enim erat libra Ponderalis aridorum, alia Mensuralis liquidorum (& potissimum olei, quod cornu librali meriebantur) quam incisis & insculptis lineis in uncias 12 partiebantur, quemadmodum & libra pondo in uncias pariter 12 distinguebatur: sed inter utramque libram, si materia ipsa ad pondus revocabatur, non exiguum erat discrimen; ut enim ex proprio experimento testa-
tur

eur Galenus lib. 6. cap. 8. *de compositione medicam. per genera.*
 Libra mensura solum uncias decem continebat, quarum li-
 bra pondo erat duodecim: quapropter uncia mensuralis ad un-
 ciam ponderalem erat ut 5 ad 6 spectata gravitate & quantita-
 te materiae.

CAPUT II.

Libra inaequalium brachiorum expenditur.

U Sus librae brachiorum inaequalium minus necessarius est,
 ac propterea neque communis aut vulgaris, nisi quatenus
 ad staterem ductus est: illam tamen hic considerare erit
 opera pretium, ut aequilibrij rationes magis innotescant. Sit
 libra AB, cujus centro C
 dividatur jugum in brachia
 inaequalia CA & CB.
 Certum est, etiam si nul-
 lum addatur pondus, ju-
 gum ex centro C suspen-
 sum retinere non posse po-
 sitionem AB horizonti pa-
 rallelam; quia licet punctum C sit centrum motus librae, non
 est tamen centrum gravitatis illius; hoc enim est in puncto ju-
 gum (quod hic aequabiliter ductum ponitur) bifariam dividen-
 te, videlicet in I, quod aequales gravitates IA & IB cir-
 cumstant. Verum interim ex hypothese fingamus lineam AB
 omni gravitate carentem; & in ipsis librae extremitatibus sta-
 tuamus pondera eam inter se reciproce Rationem habentia,
 quae est Ratio brachiorum, & ut CA ad CB, ita sit pondus B
 ad pondus A. Pondera haec, quae in lancibus librae vulgaris
 aequalium brachiorum magnam momentorum inaequalitatem
 haberent, quia inaequaliter gravia, hic aequilibrium consti-
 tuunt, quamvis inaequales sint eorum gravitates absolutae, quia
 librae brachia reciproce: secundum eandem Rationem in-
 aequalia: quatenus enim alligantur pondera haec extrema-



ribus librarum æqualia obtinent momenta; nec jugum AB potest in alterutram partem inclinari, cum neutrum pondus possit ab altero assumere vim, qua sursum moveatur, majorem oppositam virtute innatam descendendi, qua repugnat, ne elevetur. Sit CA ad CB ut 1 ad 4, & vicissim pondus B ut 1 ad pondus A ut 4. Si gravitates dumtaxat considerentur, virtus ponderis A est ut 4, virtus verò ponderis B ut 1: sed quia à centro motus C retinentur, nec liberè rectam viam moveri possunt, impedimentum recipiunt pro brachiorum longitudine, minusque impeditur descensus aut ascensus rectus ponderis, quod longiori brachio adjacet, magis, quod breviori. Illud igitur pondus, quod majori brachio adnectitur, si descendat, magis descendit, si ascendat, magis ascendit; quod verò breviori, si ascendat, minus ascendit, & si descendat, minus descendit: atque adeo si B descenderet in E, mensura descensus esset perpendicularis EG, assensum autem ponderis A in D metiretur perpendicularis DF: idem dic si A descenderet, & B ascenderet. Porro DF & EG sunt in Ratione brachiorum CA & CB ut patet, quia triangula rectangula CFD, & CGE, præter rectos angulos ad F & G æquales, habent etiam æquales ad C angulos ad verticem, & per 32. lib. 1. sunt æquiangula; igitur per 4 lib. 6. ut CD ad CE, ita DF ad EG; at CD æqualis est ipsi CA, & CE ipsi CB (est enim eadem linea, quæ mutatâ positione AB venit in DE) igitur ut CA ad CB ita DF ad EG. Quare ratione positionis pondus B vim habet descendendi, & resistit ascensui, ut 4, pondus autem A vim habet descendendi, ac proinde etiam resistendi, ne ascendat, solum ut 1.

Cum itaque momentum descendendi (idem esto iudicium de momento repugnantie, ne ascendat) componatur tum ex gravitate ponderis, tum ex propensione ad motum, hoc est ex motus, qui consequi posset, velocitate, manifestum est gravitatem ut 4, cujus motus esset ut 1, nec posse vincere gravitatem ut 1, cujus motus esset ut 4, nec vicissim posse ab illâ vinci; est siquidem inter gravitatem quadruplum semel, & gravitatem subquadruplam quater Ratio æqualitatis; victoria autem obtineri non potest, nisi intercedat virium inæqualitas. Si enim pondera essent æqualia, ponderis A resistentia ratione
notâ;

motus esset subquadrupla, sed quadruplicatur ratione gravitatis, ergo resistentia est æqualis: item si longitudines essent æquales, resistentia ponderis B esset subquadrupla ratione gravitatis, sed quadruplicatur ratione distantiae CB; ergo in B est æqualis.

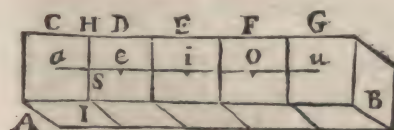
Neutrum igitur pondus potest opposito ponderi impetum imprimere, quo elevetur; quia nimirum unaquæque gravitas majorem impetum alteri communicare non potest, quam possit ipsa concipere, ac propterea impetus gravitatis B, quæ est ut CA, potens conari deorsum ut GE, si imprimeretur gravitati A, quæ est ut CB, deberet illam elevare ut FD: Atqui gravitas ipsius A, quæ est ut CB, conatur deorsum ut FD, & ejus impetus si gravitati B, quæ est ut CA, imprimeretur, illam elevare deberet ut GE: igitur in unaquaque gravitate æqualis esset ejusdem conatus deorsum & vis illata nitens sursum, nec plus præstare posset impetus impressus, quam innatus. Utraque igitur consistere debet, & neutra impetum acquirit, aut ab alterâ impetum accipit, quia frustra esset impetus acquisitus aut impressus, quem nullus consequi potest motus. Quare cum eadem sit gravitatum Ratio ut CA ad CB, atque motuum reciproce ut FD ad GE, ex 16 lib. 6. rectangulum sub extremis CA, hoc est pondere B, ut 1, & motu GE, ut 4, æquale est rectangulo sub mediis CB, hoc est pondere A ut 4, & motu FD ut 1: sunt igitur æqualia momenta, quæ componuntur ex gravitate ut 1 & motu ut 4, atque ex gravitate ut 4 & motu ut 1.

Ex his apertissimè liquet, cur superiori capite tantopere inculcata sit brachiorum æqualitas in libræ jugo, ut ex æquilibrio innotescat propositi ponderis ignota gravitas; hæc enim æqualis censetur notæ gravitati, ubi cum oblato pondere illa æquâ lance libratur: quia scilicet, si inæqualia essent brachia, inæquales essent propensiones ad motum, seu motuum velocitates, quæ ad componendam momentorum Rationem concurrunt; adeoque fieri non posset, ut æquales essent gravitates in lancibus; nam minor gravitas ex brachio longiore plus habet momenti, quam ex breviori, pro ratione inæqualitatis brachiorum. Verum est libram hujusmodi brachiorum inæqualium vacuum posse prius ad æquilibratam reduci, deinde, illa sic

æquilibri constitutâ posse lancibus imponi Reciproce pondera pro Ratione inæqualium brachiorum, & ex æquilibrio argui ponderum illorum Rationem, non tamen æqualitatem: sed artificium hoc, quod peritioribus nihil officeret, ansam non modicam furacibus, & dolosis mercatoribus præberet decipiendi imperitos; quamvis enim libræ hujusmodi æquilibri impositis, hinc & hinc ponderibus adhuc fieret æquilibrio, signum quidem esset æqualibus momentis addita esse æqualia momenta gravitatis, non tamen verum esset additas esse æquales gravitates, ut rudioribus fortasse videretur. Hinc est libram brachiorum inæqualium in usu non esse, ne locus pateat dolis.

Dixi autem expressè prius statuendam esse libræ vacuæ æquilibratam, deinde sumenda pondera reciproce pro Ratione longitudinis brachiorum: nisi etenim prius æquilibras illa statueretur, si pondera imposita essent reciproce in Ratione longitudinis brachiorum, semper pondus minus additum brachio longiori præponderaret, quia etiam ipsa brachij longioris gravitas sua habet momenta, & quidem non modica, majora momentis brachij brevioris, quæ omnino computanda sunt: nam si ponderum in ea Ratione reciproce positorum momenta sint æqualia, illisque adjiciantur inæqualia gravitatis brachiorum momenta, manifestum est momentorum summam, cui plus additur, majorem esse reliquâ, cui additur minus.

Sed quænam sunt, & quanta utriusque brachij momenta? Ut hæc investigemus, & certâ ratione definiamus, ponamus jugum ipsum secundum suas omnes partes uniusmodi, & gravitatem æqualiter fuscâ per totam illius longitudinem. Sit igitur

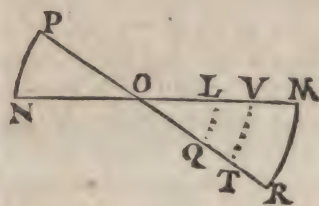


tur datum prisma A B, quod in quinque partes æquales dividatur; singulas pondolibram unam; & per singulas gravitatis centra ducatur recta au : fiatque secundum rectam HI, à qua pars una C abscinditur à reliquis, totius prismatis suspensio, ita ut centrum motus sit in S. Proculdubio unaquæque pars à cæteris sejuncta si appenderetur secundum longitudinem jugi au , quod infingeretur per centra gravitatum a, e, i, o, u , obtineret suum

suum momentum juxta distantiam centri suæ gravitatis à centro motûs. Quid autem refert (quod quidem attinet ad hanc momentorum Rationem) si in unum continuum corpus unitæ illæ partes coagmententur, an verò divisæ solo contactu sibi invicem adhæreant: eadem quippe est gravitas singulis insita, eadem singularum à centro distantia. Cum itaque centra gravitatum *a* & *c* æqualiter distent ab *S* centro motûs, partes *C* & *D* æquiponderant: at distantia *S i* tripla est distantia *S a*; ergo momentum partis *E* triplum est momenti partis *C*; simili ratione pars *F* habet momentum quintuplum, & pars *G* septuplum. Igitur componendo, momentum totius aggregati quatuor partium *D, E, F, G*, est sedecuplum momenti partis *C*; neque enim singulæ partes ex hoc quod cum cæteris pendeant, illisque cohæreant, suum amittunt momentum. Hinc fit momenta brachiorum esse inter se ut Quadrata longitudinum eorundem brachiorum: siquidem ostenditur singularum partium momentum crescere secundum Rationem numerorum imparium, prout secundum eandem Rationem crescunt distantia centrorum gravitatis illarum. Sic brachiorum longitudines si essent in Ratione 2 ad 7, illorum momenta ratione suæ gravitatis innatæ & ratione positionis essent ut 4 ad 49.

Hæc Ratio momentorum in Ratione Quadratorum longitudinis, si res attentè perpendatur, omnibus est manifesta: Nam singulorum brachiorum gravitates juxta hypothesin æquabiliter fusæ per totum libræ jugum Rationem inter se habent, quam illorum longitudinis propensiones ad motum, seu, quod eòdem recidit, distantia à centro motûs eandem pariter Rationem habent, quam brachiorum longitudines: Quoniam igitur (ut sæpiùs dictum est, sæpiùsque iterùm inculcandum) momenta componuntur ex gravitatibus ratione materiæ, & ex propensionibus ad motum ratione sitûs seu positionis, componuntur duæ Rationes longitudinum; atque adeo momentum unius brachij ad momentum alterius brachij est in duplicata Ratione suarum longitudinum, hoc est, ut ipsarum longitudinum Quadrata. Id quod adhuc ulterius sic explicari posse videtur. Sit libræ jugum *M. N*, & motûs centrum *O*: intelligatur moveri, ut obtineat positionem

nem P R. Momentum brachij minoris O M referre videtur
sector M O P, momentum verò brachij majoris O N referre



videtur sector N O R; singularum
quippe partium motus ab arcu
descriptus illarum momentum ob
oculos ponit, & totius brachij mo-
mentum illius motus, scilicet sector
in motu descriptus. At ob æquali-
tatem angulorum ad verticem in
O, sectores M O P, N O R sunt si-
miles, &, quia uterque sector est

similis pars sui circuli, eam inter se habent sectores Rationem,
quæ est circulorum, per 15. lib. 5. circuli autem sunt in dupli-
catâ Ratione diametrorum, ex 2. lib. 12. seu Radiorum O M
& O N; igitur & sectores sunt in duplicatâ Ratione O M ad
O N, hoc est quadrati O M ad quadratum O N.

At quæris. In proposito prismatico A B, momentum brachij
S A ad momentum brachij S B est ut 1 ad 16 : An, ut ha-
beatur æquilibrium in S, addendum erit in A pondus libra-
rum 15; quandoquidem pars C est libræ unius, reliquum au-
tem brachium lib. 4, & longitudo S B est quadrupla longitu-
dinis S A.

Hoc sanè non est iis, quæ dicta sunt, consequens, nec ex illis
efficitur: aliud quippe est momenta brachiorum esse ut 1 ad 16,
aliud verò perinde se habere, atque si ex brachiorum gravita-
te carentium extremitatibus penderent libræ 1 & 16, ut ad
æquilibrium constituendum opus sit breviori brachio addere
libras 15. Primum illud verum est, etiam si extremitatibus ad-
necti intelligamus hinc quidem libræ semissem; hinc verò li-
bras octo, manet scilicet eadem Ratio 1 ad 16. Alterum à for-
mâ veritatis prorsus alienum videtur, nam licet libræ 4 in ex-
tremitate B positæ æquivalent libræ uncia simul cum pondere
lib. 15. in extremitate A; non est tamen eadem ratio librarum 4
secundum longitudinem brachij S B distributarum; quo enim
propiores sunt partes centro motûs, eò minus habent mo-
menti: non igitur libræ 4 sic distributæ æquivalent libris
16, nec addendum erit pondus librarum 15 in oppositâ extre-
mitate ad æquilibrium constituendum, quandoquidem nec ipsa
unica

unica libra partis C tantumdem habet momenti, quantum haberet si tota ex A penderet.

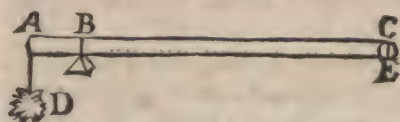
Equidem ex his, quæ paulò ante dicebam de sectoribus referentibus momenta brachiorum, aliquando eò deveni, ut suspicarer totam gravitatem brachij ON (idem dic de reliquo OM) intelligendam esse ibi exercere totum momentum, ubi est quasi centrum omnium suorum momentorum, hoc est, ubi momenta bifariam dividuntur. Si autem sector NOR refert totum momentum brachij ON; non est intelligendum centrum hoc momentorum esse punctum L, ubi est semissis brachij ON; quia Sector LOQ ad Sectorem NOR est in Ratione Quadrati OL ad Quadratum ON, quod est illius quadruplum. Quod si inter OL & ON sumatur media proportionalis OV, jam sector VOT est ad Sectorem NOR in duplicatâ Ratione Radiorum OV, & ON, hoc est ut OL ad ON, hoc est ut 1 ad 2; ac propterea Sector VOT æqualis est Trapezio NVTR; proinde in V videbantur divisa æqualiter momenta. Hinc arguebam vel totam brachij gravitatem censendam esse sua exercere momenta in puncto distantia à centro motûs mediæ proportionalis inter semissem brachij & totam brachij longitudinem, vel in extremitate brachij censendam esse pendere gravitatem, quæ medio loco proportionalis sit inter totam brachij ejusdem gravitatem & ejus semissem.

Verùm, ut quod res est sincerè eloquar, quamvis in Sectoribus illis, quos paulò ante commemorabam, imaginem quandam momentorum gravitatis secundum brachiorum longitudinem distributæ agnoscerem, non tamen in re Physicâ satis fidebam Geometricæ illi commentationi: quippe qui observabam à Sectoribus quidem poni ob oculos Rationem momentorum singulorum brachiorum ex motu, qui idem est, sive multa, sive modica sit gravitas, sive in uno, sive in alio puncto constituta intelligatur, non tamen definiri ipsius gravitatis momenta. Quare satius duxi ad experimenta potius confugere, ut hinc lux aliqua suboriretur, qua gravitatis quæsita momenta innotescerent.

Primum igitur assumptus est ligneus cylindrus, cujus diameter CE unc. 1.06" pedis Romani antiqui, & addito in A

Hh

pondere D unciarum $40\frac{1}{2}$ collocatus est in æquilibrio, quod factum est in B puncto. Fuit autem longitudo B A unciarum

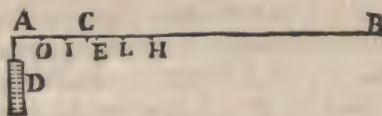


pedis Romani $7\frac{2}{3}$ B C vero unc. $42\frac{17}{20}$. Resecto demum subtilissimè cylindro, repertum est pondus A B unciarum $2\frac{1}{8}$, pondus autem B C unc. $13\frac{1}{2}$. His ob-

servatis cum nullus dubitarem, quin momenta brachiorum essent ut quadrata longitudinum, ipsas longitudes A B unc. $7\frac{2}{3}$, & B C unc. $42\frac{17}{20}$ ad unicam denominationem reduxi, videlicet $\frac{172}{30}$ & $\frac{2117}{20}$: & assumptis numeratorum Quadratis 136900 atque 4481689 hanc posui Rationem momentorum. Tum sic ratiocinatus sum Algebricè; ut 136900 ad 4481689, ita momentum B A 1 R ad $32.73''$ R momentum B C. Cum igitur æqualitas esset inter momentum brachij B C, & momentum brachij B A plus ipso pondere D; hæc enim constituebant æquilibrio, æquatio Algebricè est inter momentum B C $32.73''$ R & B A + D, hoc est 1 R + unc. $40\frac{1}{2}$: & per Antithesim demptâ utrinque 1 R, æquatio est inter $32.73''$ R & unc. $40\frac{1}{2}$. Factâ itaque numeri absoluti $40\frac{1}{2}$ divisione per numerum Radicum prodit pretium 1 R pondo unc. $1.27''$, quod est momentum brachij B A; ac proinde momentum brachij B C: est pondo unc. $41.57''$. Quare perinde est atque si gravitas unc. $1.27''$ poneretur in extremitate Alineæ Mathematicæ; ac in extremitate C poneretur gravitas unc. $41.57''$. At in A fuit additum pondus unc. $40\frac{1}{2}$: ergo momentum brachij B C æquivalet ponderi D, & præterea unc. $1.07''$, qui est semissis gravitatis brachij A B observatæ unc. $2\frac{1}{8}$, hoc est in centesimis paulò ultra $2.12''$. Si verò momentis brachij B A pondo unc. $1.27''$ addatur gravitas D pondo unc. $40.50''$, fit aggregatum $41.77''$, quod excedit inventum momentum brachij B C unc. $41.57''$. excessu $\frac{20}{100}$ uncia: quæ discrepantia facillimè potuit oriri ex aliquâ exili, ac minime notabili differentiâ vel in dimetiendis brachiorum longitudinibus, vel in ponderandis eorum gravitatibus; cum maximè resègmīna illa, & scobs, non computarentur in gravitate. Quod si fiat ut longitudo B C 2117 ad longitudi-

longitudinem AB 370, ita pondus in A unc. 41. 77' ad pondus in B unc. 7. 30", constat esse ferè semissem gravitatis unc. 13½: sed est excessus semuncia ob minùs accuratam observationem.

Qua propter aliud experimentum quàm accuratissimè institui ligneo parallelepipedo, cujus longitudo palmorum Romanorum 7. unc. 6. 566", ejus verò pondus lib. 1. unc. 1½. Alteri extremitati additus est plumbeus cylindrus ad perpendiculum pendens, cujus pondus unc. 20. Impositum est parallelepipedum rotundo claviculo ferreo, qui horizonti parallelus erat, & factum est æquilibrium in puncto, ubi tota longitudo in duas partes dividebatur, quarum minor ponderi adhærens fuit mensurâ unc. 18½, partes verò major fuit mensurâ palm. 6. unc. ½. Cum itaque longitudo CB observata fuerit unciarum mensuralium 72. 40", & AC unciarum mensuralium 18. 16", in eadem pariter Ratione ponuntur brachiorum gravitates absolutæ. Quare CB pondo unc. 1059", AC verò pondo unc. 2. 66". Igitur ut longitudinis BC quadratum 52417600 ad longitudinis AC quadratum 3297856, ita momentum BC 1 R ad $\frac{3297856}{52417600}$ R momentum brachij AC: cui additur cylindrus D unc. 20: Est ergo æquatio inter AC + D, hoc est $\frac{3297856}{52417600}$ R +



unc. 20. 00" & 1 R; & factâ Antithesi est æquatio inter unc. 20. 00" & $\frac{49119744}{52417600}$ R: demum institutâ divisione confurgit pretium 1 R, hoc est momentum BC, unc. 21. 342" & paulo amplius: atque momentum brachij AC est pondo unc. 1. 343", cui additâ gravitate cylindri fit summa unc. 21. 343" planè æqualis momento brachij BC.

Et ut hanc operandi methodum confirmarem, iterum institui argumentationem assumendo quadrata gravitatum utriusque brachij, sunt enim ex hypothese gravitates in Ratione longitudinum. Cum igitur sit CB pondo unc. 10. 59'; & AC pondo unc. 2. 66" fiat ut quadratum CB 1121481 ad quadratum AC 70756, ita ipsius CB momentum 1 R ad $\frac{70756}{1121481}$ R momentū ipsius AC. Quoniam verò AC + D hoc est $\frac{70756}{1121481}$ R

Hh 2

† unc. 20. 00" æquatur momento BC hoc est 1 R, factâ per Antithesin communi subtractione $\frac{70756}{1121481}$ R, remanet æquatio inter pondus unc. 20. 00" & $\frac{105075}{1121481}$ R, & factâ divisione emergit pretium 1 R, hoc est momentum BC pondo unc. 21. 347". atque adeò momentum ipsius AC est pondo unc. 1. 347"; cui si addatur cylindri D gravitas unc. 20, totum momentum in A est unc. 21. 347", omnino æquale momento ipsius B: id quod ab initio vix sperare audebam, cum hæc operatio à superiore differat solum per $\frac{1}{1000}$. Hic pariter brachij AC gravitas absoluta pondo unc. 2. 66". habet momentum unc. 1. 347", cum ejus semissis sit unc. 1. 330", quæ est minima atque prorsus contemnenda differentia: quæ enim fieri potuit, ut, quantalibet adhiberetur diligentia in metiendo, & ponderando, ne pilum quidem à verò aberrarem? aut quis omninò certus sit omnes parallelepipedum partes æquali prorsus fuisse præditas gravitate, itaut quæ pars ad arboris radicem vergebat, non fuerit paulò densior, aut interiùs nodulum aliquem latentem haberit, quo factum fuerit, ut vera gravitas instituto calculo non exactissimè responderet? simili ratione semissis gravitatis brachij BC intelligitur in extremitate B: nam fiat ut longitudo BC 72. 40" ad longitudinem AC 18. 16", ita reciprocè pondus in A unc. 21. 347" ad pondus in B unc. 5. 354": erat autem brachij BC gravitas absoluta unc. 10. 59" cujus semissis 5. 295". differt ab invento pondere solum per $\frac{5}{1000}$ uncia, hoc est ferè sesquiscrupulum, seu grana 34.

Ex his quidem satis apparebat brachij gravitatem in libræ jugo intelligendam esse, quasi ejus semissis in ipsâ extremitate constitueretur, seu, quod idem est, tota gravitas brachij ad mediam longitudinem applicaretur (eadem siquidem esse momenta totius gravitatis in dimidiatâ distantia, ac dimidiæ gravitatis in totâ distantia, ex sæpiùs dictis est manifestum) mihi tamen satisfactum non existimabam, nisi ulteriore experimento veritatis vestigia persequerer. Quare eundem plumbeum cylindrum, cujus longitudo erat palmi 1. unc. 1. $\frac{2}{10}$, ita in extremitate A collocavi, ut super AI jaceret, & factum est æquilibrium in E, eratque EA longitudo unc. 22 $\frac{4}{10}$. Tum divisio bifariam in O spatio AI, quod cylindrus jacens occupabat, ex puncto

puncto O suspendi cylindrum, & factum est pariter æquilibrium exactissimè in E, sicut priùs, cum jacebat super A I. Deinde cylindrum eundem iterum parallelepipedo imposui jacentem, sed ea ratione illum ultrò citròque movebam, ut omnino propè fulcrum consisteret, donec demùm factum est æquilibrium in H, & fuit HA palm. 2. unc. 10 $\frac{7}{10}$: Factâ verò suspensione cylindri ex L, ita ut HL esset dimidiata cylindri jacentis longitudo, æquilibrium pariter in H factum est.

Relictâ igitur illâ sectorum analogiâ, deprehendi per illas quidem ob oculos poni motum, non verò momentum, seu propensionem ad motum, quæ ex distantia à centro motûs in ipsâ longitudine definienda est: & quod ad gravitatem attinet, nullus mihi relictus est dubitandi locus ita computandam esse totius brachij gravitatem per ipsum æquabiliter diffusam, quasi tota in dimidiatâ distantia à centro motûs collocaretur: quamvis enim particularum gravium, quæ ultrâ semissem longitudinis magis à centro remoyentur, momentum crescat pro Ratione distantie, reliquarum tamen numero æqualium citrà longitudinis semissem centro propiorum momentum similiter pro Ratione minoris distantie minuitur; ac propterea tantùm ista momenta simul sumpta decrescunt, quantum illa simul sumpta augentur. Ex quo oritur quædam quasi æqualitas, perinde atque si momenta omnia majora & minora in illam particulam confluerent, quæ media est Arithmeticè inter extrema (momenta si quidem ratione distantie Arithmeticè crescunt, prout Arithmeticè ipsa distantia crescit) hæc autem est in semissem longitudinis brachij. Ex quo iterum confirmatur momenta brachiorum esse ut quadrata longitudinum; sunt enim in duplicatâ Ratione illarum; semisses quippè sunt in Ratione integrarum longitudinum, gravitates sunt in Ratione earundem longitudinum, ergo Ratio composita est duplicata ejusdem Rationis longitudinum.

Hinc datâ jugi æquabilis, & uniformis gravitate absolutâ, & datâ Ratione longitudinum brachiorum inæqualium libræ, dividatur data gravitas secundùm datam Rationem brachiorum: tùm fiat ut longitudo minor ad longitudinem majorem, ita dimidia gravitas majoris brachij ad aliud, ex quo quarto ter-

H h 3

mino invento si auferatur dimidia gravitas brachij minoris, residuum indicabit pondus addendum extremitati brachij minoris, ut fiat æquilibrium cum solâ gravitate brachij longioris. Vel potius fiat ut quadratum longitudinis brachij minoris ad differentiam inter quadrata brachiorum, ita semissis gravitatis brachij minoris ad pondus ipsi addendum.

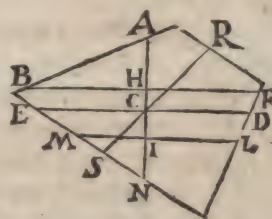
C A P U T III.

Quomodo corporum æquilibria explicantur.

Q Uamvis libro primo plura de Gravitatis centro, prout hujus operis instituto congruebat, disputata sint, eorum tamen plenior explicatio ex his, quæ duobus præcedentibus capitibus dicta sunt, petenda est, si quidem Physicam æquilibrij causam nosse velimus. Neque enim Gravitatis centrum illud est, quod æquales gravitates, sed quod æquales gravitationes, aut æqualia gravitatis momenta, hoc est æquales ad descendendum propensiones ac vires circumstant. Nam gravitas eâ Ratione per universum corpus grave distribuitur, quâ Ratione materia ipsa, cui illa inest, diffusa intelligitur; quæ si uniusmodi sit & homogenea, ibi centrum habet, ubi est molis ipsius centrum; ubi siquidem bifariam moles & materia, ibi pariter gravitas illi insita bifariam dividitur. Quoniam verò fieri potest, ac sæpius contingit, materiam quidem corporis & molem invariata permanere, figuram autem mutari; ex quo nunc in hanc, nunc in illam partem migrat gravitatis centrum, quia alia atque alia sunt gravitatis momenta pro variâ corporis secundum suas partes positiones; propterea hujusmodi momentorum æqualitas ex libræ Rationibus desumenda est, sive æqualium, sive inæqualium brachiorum libra intelligatur, prout varia corporis gravis suspensio aut sustentatio contingit.

Sed quia in communi usu non adeò frequens est illa suspensio, qua corpus pendeat quasi ex puncto lineæ directionis transeuntis per centrum gravitatis, & ad universi centrum deductæ, aut illa sustentatio, qua corpus grave acutissimo apici incumbat,

incumbat, cui immineat idem gravitatis centrum; quinimmò ita plerumque suspenditur, aut sustinetur corpus, ut ductâ per Gravitatis centrum lineâ, aut ex hujus extremitatibus tanquam polis illud suspendatur, aut subjecto fulcro lineæ huic parallelo illud sustineatur; ideò hujusmodi lineam per centrum gravitatis ductam liceat appellare *Diameter Gravitatis*; quæ diameter quasi in librâ locum Axis seu Aginæ obtinet, corporis verò partes hinc & hinc positæ rationem habent brachiorum libræ, atque pro distantiarum seu longitudinum Ratione sua habent momenta. Sit propositum Trapezium, cujus gravitatis centrum C puncto respondeat, & sustineatur secundum rectam lineam ACN (similis esset philosophandi ratio, si assumeretur recta RCS) quæ propterea *Diameter Gravitatis* à me dicitur, quia sicut circuli diameter per centrum ducta illum in semicirculos æquales distinguit, ita hæc per gravitatis centrum transiens dividit



Trapezium in momenta æqualia, itaut in neutram partem inclinetur, juxta dicta de centro Gravitatis. Sed cur fiat æquilibrium intelliges ex Rationibus libræ Brachiorum inæqualium: ducatur enim ad rectam AN per C perpendicularis DCE, & fiunt brachia CD, CE inæqualia; sunt igitur momenta CE longioris majora momentis CD brevioris. Ductis verò ipsi DE parallelis BF & ML, secatur diameter gravitatis AN in punctis H & I: quare inæqualia sunt brachia HB longius, & HF brevius, & vicissim IM est brevius, & IL longius: Ex quo fit momenta in L & E majora esse momentis in M & D, at momentum in F minus esse momento in B; atque adeò componendo majora cum minoribus ex eadem parte, fieri compositum momentum unius partis æquale toti momento oppositæ partis. Vel si non placeat particulatim Trapezium distinguere quasi in tot libras, quot ductæ intelliguntur parallelæ, dic totius gravitatis ADN semissem intelligi in D, & totius gravitatis AEN semissem intelligi in E; & quamvis pars ADN absolute & seorsim accepta major sit & gravior parte AEN absolute sumptâ, quia tamen sunt reciproce in Ratione distantiarum

rum

rum CE & CD, propterea æquilibrium constituere; pars enim minus gravis ex positione majorem habet propensionem ad motum, qui esset velocior; partis verò gravioris minor est propensio ad motum, qui esset tardior; atque adeò hæc minus resistit ratione motûs, magis autem ratione gravitatis; at illa ex adverso magis resistit ratione motûs, sed minus ratione gravitatis, servatâ reciprocè eâdem Ratione inter gravitates & motus. Nil igitur mirum si æquatis hinc & hinc viribus agendi, & resistendi sequatur consistentia.

Hinc manifestum est, cur mutatâ figurâ centrum gravitatis ad eam partem transferatur, quæ longius à sustentationis vel suspensionis loco recedit; quia nimirum crescunt ex illâ parte comparatè ad oppositam momenta ratione distantie majoris, ac proinde, ut fiat momentorum æqualitas, centrum ad illam partem secedit. Sic cespitantes à naturâ docentur in partem oppositam illi, in quam inclinantur, brachium illicò extendere, ut brachij gravitas longius à corpore translata plus habeat momenti, quàm cum reliquo corpori adhæret, atque hinc sequatur centri gravitatis in illam partem translatio. Veritas hæc satis nota est ipsis funambulæ, cum corpus universum super extento fune librant; neque enim temerè crura & brachia extendunt aut contrahunt, sed certâ lege, ut centrum momentorum gravitatis totius corporis hac vel illâ ratione dispositi immineat, & incumbat funi. Sic plumbeæ virgæ rectæ ex medio suspensæ, & in æquilibrio manentis, si brachium alterum inflexeris, fieri non potest, ut reliquum brachium rectum servet positionem horizonti parallelam, sed deorsum inclinabitur, quia cum longius sit brachio inflexo, majora habet momenta ac prævalet. Quod si ob inæqualem virgæ crassitiem non planè ad mediam illius longitudinem facta sit suspensio, sed æquilibrium contingat in puncto, quod propius est crassiori extremitati virgæ, factâ alterutrius brachij inflexione tollitur æquilibrium, quia non jam ampliùs eadem est reciprocè Ratio longitudinum, quæ & gravitatum.

Ex his pariter consequens est aliquando minimam virtutem satis esse ad dimovenda ab æquilibrio ingentia corpora, si ita sustineantur, ut fulcrum vel in puncto, vel in lineâ contingant: quoniam si corpus grave insistat apici conî, aut pyramidis, aut angulo

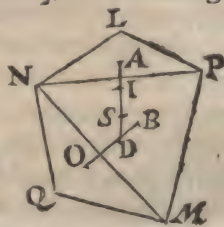
angulo solido, aut portioni sphaericae, quam contingat idem corpus sive planâ, sive sphaericè cavâ, sive sphaericam æmulante superficie, contactus in puncto efficitur, ac propterea quacunque in extremitate corporis addatur vis movendi, æquilibrium tollitur, & quidem cò facilius, quo magis à puncto contactûs extremitas illa removetur; in illâ quippe distantia vis movendi apta velociorem motum efficere, quàm si propior esset, plus habet momenti: Id quod adhuc facilius accidit, si ab extremitate, ubi vis movendi applicatur, ductâ per contingentis fulcri punctum rectâ lineâ ad oppositam extremitatem, inæqualiter divisa sit in puncto contactûs, & vis ipsa movendi in magis distante extremitate constituta fuerit; tunc enim non sua tantum momenta addit, sed illa multiplicat pro Ratione excessûs suæ distantiae; quemadmodum de inæqualibus libræ brachiis dictum est. Sin autem fulcrum sustinens, quod horizonti parallelum ponitur, sit acies prismatis, aut latus pyramidis jacentis, aut portio cylindrica seu conica jacens; tunc in lineâ sit contactus, si vel plana sit, vel circulariter concava corporis insistentis superficies: sed si vis movendi, quantacumque sit, addatur secundum rectam lineam, quæ efficit Gravitatis diametrum, puta in A vel N, non mutat æquilibratam, si fulcrum congruit toti diametro A N: si verò fulcrum brevius est quàm A N, & ex. gr. congruit solum ipsi A I, jam centrum motûs est I, & oportet vim movendi tantam esse in N, ut aggregatum ex parte M L N ac virtute additâ in N habeat ad partem M A L reliquam majorem Rationem, quàm sit Ratio distantiae I A ad distantiam I N. Quare in hujusmodi contactu lineari vis movendi, æquilibrium faciliè tollens, esse debet ad latus diametri gravitatis, & pro ratione distantiae majus erit momentum; maximum autem erit momentum in E distantia maximâ.

Non igitur faciliè inter fabulas rejicienda sunt, quæ Atlas Sinicus pag. 32. de Montibus circa urbem Peking loquens ait, *Pûon mons altissimus ac præruptus varios attollens vertices, in cujus summitate ingens est lapis, qui minimo contactu movetur ac titubat:* fieri siquidem potuit, ut lapis ille in infimâ parte excavatus innitatur subjecto saxo, à quo vel in puncto, vel in lineâ tangatur, sicuti dictum est; & cum sit perfecte libratus, modico impulsu tangentis, quâ saltem parte ad illum patet accessus, po-

test ab æquilibrio dimoveri : quòd si usquequaque circum-
 obeundo lapidem quâcumque in parte tangatur, sequitur illius
 trepidatio, signum est contactum subjecti fulcri esse in puncto.
 Simili ratione explicanda sunt, quæ idem Atlas Sinicus in XI
 Provincia Fokien habet pag. 125, ubi ait, *Versus Urbis*
Changcheu Orientalem partem mons est Cio dictus, in quo lapidem
esse scribunt altum perticas quinque, crassum decem & octo, qui quo-
ties tempestas imminet, titubat omninò, ac movetur: hic enim la-
 pis in perfecto æquilibrio constitutus suprâ fulcrum, à quo in
 puncto, vel in lineâ tangatur, & fortasse etiam ab eodem fulcro
 distinctus in longitudines inæquales, violento impulsu hali-
 tum aut infernè subeuntium, aut ex superiore nubium parte
 obliquè reflexorum, facilè moveri potest ac titubare, si extre-
 mitas à fulcro remotior impellatur.

Et quoniam de Sinensibus mentio incidit, non injucundum
 fuerit hîc aliud addere pertinens ad eorum industriam in ser-
 vando æquilibrio. Idem Atlas Sinicus, cum sermo est de Pro-
 vincia Peking, ubi solum esse arenosum atque planissimum
 testatur, hæc habet pag. 28. *Modus itineris faciendi hisce locis*
non infrequens, nec incommodus est. Plaustrum adhibent cum unâ
rotâ ita constitutum, ut uni illius medium occupandi, & quasi equo
insidendi sit locus, aliis duobus ab utroque latere adsidentibus; auri-
ga plaustrum retro ligneis vestibus urget ac promovet non securè mi-
nus, quàm velociter. Si rem conjecturis indagare liceat, ego ro-
 tam concipio ita inclusam ligneo loculamento majoris segmen-
 ti circuli figuram habente, ut huic insitus sit rotæ axis, ad dex-
 tram autem & ad lævam extantia tabulata tantæ latitudinis,
 ut quis modò propè rotam, modò longiùs adsidere queat ad
 æquilibrio constitutum inter duos viatores inæqualiter
 graves: Aurigæ locus est in suprema parte loculamenti, cui
 quasi equitans insidet, binosque contos, seu vectes concinnè
 locatos, ut manubrium ante se habeat, extremitas altera (for-
 tassè in acumen desinens, ut leviter solo infigatur) post se ter-
 ram respiciat, utrâque manu apprehendens solum obliquè pre-
 mit, & currum in anteriora velociter promovet. Id quod nemi-
 ni difficile videatur, qui sæpiùs observaverit à puero fabri
 lignarij aut ferrarij rotam curulem identidem impulsam per
 urbis vias velociter deduci; quæ dum impresso impetu veloci-
 ter

tet conversa in anteriora promovetur, licet huc atque illuc nutabunda inclinetur, ob velocem conversionem immunis est à casu: quemadmodum etiam stanneum aut argenteum orbem apici cultri impositum, si in gyrum velociter agatur, à casu immunem videmus, etiamsi punctum sustentationis non exactissime centro respondeat. Sic aliquis suppositam sphæram altero pede, etiam summis digitis premens, celeriter in gyrum totum corpus contorquet, qui non ita facile citrà cadendi periculum eidem sphærae insistentis quietus consisteret; ipsa nimirum conversionis celeritate gravitatis propensionem eludente. Non absimili igitur ratione in hujusmodi rotæ Sinici plaustrî conversione veloci deteritur, quicquid in alterutram partem inclinationis oriretur vel ex modicâ viæ inæqualitate, vel ex æquilibrio non adeò exactè servato, ut etiam consistente plastro insidentes viatores consisterent æqualiter librati absque alicujus artificij subsidio: Quod artificium in promptu esse non dubito; neque enim Sinenſes ita sibi præfidentes existimo, ut aliquâ ratione sibi non præcaveant à periculo casûs, si fortè rotâ in obicem incurrente plastrum seu loculamentum in anteriorem, aut in posteriorem partem improvisâ inclinatione convertatur. Sed singula persequi nec otium est, nec operæ pretium: quapropter generatim dicendum corporis æquilibrium ibi fieri, ubi in duas partes ita distinguitur, ut illarum gravitates sint reciprocè in Ratione longitudinum seu distantiarum à puncto suspensionis seu sustentationis, quemadmodum in librâ dictum est. Quare si totâ moles proposita eâdem gravitatis specie prædita fuerit, nec facile sit in illâ centrum gravitatis invenire, quia nimis irregularis est, distingue illam in duas partes, & singularum inventa centra gravitatis junge rectâ lineâ, quæ quasi libræ jugum dividatur in reciproca Ratione illarum partium; est enim punctum illud, in quod cadit divisio, punctum æquilibrij, & centrum gravitatis totius. Sic Trapezij, NPMQ invenies punctum æquilibrij, si duorum triangulorum NQM, NPM, in quæ dividitur, singularia centra gravitatis invenias O & B: hæc jungantur rectâ OB; tum fiat ut triangulum NQM ad triangulum NPM, ita reciprocè BD ad DO,



II 2

& est D punctum æquilibrij, seu centrum gravitatis Trapezij quæsitum. At si Trapezio addatur triangulum NLP ejusdem specificæ gravitatis, emergit Pentagonum irregulare LPMQN: inveniatur additi trianguli centrum singulare gravitatis A, & jungatur recta AD; tunc fiat ut Trapezium ad triangulum additum, ita reciprocè AS ad SD, & est punctum S centrum commune gravitatis totius Pentagoni, in quo fit æquilibrium; perinde enim est ac si in jugo libræ AD inæqualiter distributæ appenderetur ex A quidem triangulum NLP; ex D verò Trapezium NQMP, quæ in illis distantis à centro motus æqualia haberent momenta.

Quòd si tota moles proposita constet partibus non ejusdem specificæ gravitatis, non jam satis est invenisse singularem centra, ut ducatur jugum libræ illa connectens, & notam esse Rationem molis ad molem; sed præterea opus est notam habere Rationem gravitatis specificæ ad gravitatem specificam; quia Ratio gravitatum absolutarum componitur ex Rationibus quantitatum, & gravitatum secundum speciem. Quamobrem si additum triangulum habeat specificam gravitatem majorem gravitate specificâ Trapezij, quia hoc ligneum est, illud ferreum, non cadet in S punctum æquilibrij, sed accedet ad punctum A, quia factâ hujusmodi Rationum compositione, minor est inæqualitas gravitatum absolutarum; si enim Trapezium excedit mole Triangulum, cedit illi specificâ gravitate. Ponamus namque Rationem molis Trapezij ad molem Trianguli esse ut 7 ad 2; specificæ verò gravitatis Rationem ut 5 ad 42, gravitas absoluta Trapezij lignei est ut 35, gravitas Trianguli ferrei ut 84: sunt igitur gravitates in Ratione 5 ad 12: dividatur itaque jugum AD in I reciprocè, ut sit AI 5, ID 12, & erit I centrum gravitatis compositæ, ac punctum æquilibrij, quia ab illo inæquales gravitates habent suas distantias in Ratione reciproca ipsarum gravitatum. Eadem est in corporibus omnibus Ratio, & methodus deprehendendi punctum æquilibrij, seu centrum gravitatis, per quod deinde duci potest diameter gravitatis, ut fiat opportuna suspensio.

Quia tamen aliquando evenit suspensum corpus aut sustentatum, dum positionem horizonti parallelam servare contendit, aliquod incommodum subire in motu corporis, cui innititur; propterea

propterea huic occurrendum est artificio, quo situm eundem perpetuò servet. Rem exemplo declaro. In pyxide nauticâ infistit cuspidi acus magnetica æqualibus momentis librata, ut horizonti parallela jaceat, quaecumque in partem dirigatur. Si alicui navis plano pyxis ipsa adhæreret ita, ut infimâ sui parte illi congrueret, quaecumque in partem navis inclinaretur, ipsum pariter pyxididis fundum inclinari manifestum est, & alteri actûs magneticæ positionem horizonti parallelam servantis extremitati occurrens illius motum impediret, aut saltem retardaret. Ut igitur semper pyxis tum acui magneticæ, tum horizonti parallela consistat, suspendenda fuit, non quidem funiculo, ne incertis motibus jactaretur, sed duobus polis, super quibus opportunè versaretur æqualiter librata. Verum duobus hisce polis non tollitur omne incommodum; si etenim poli respiciant navis latera, elevatâ aut depressâ prorâ juvant, sed navi in dextrum aut in sinistrum latus inclinatâ, alter deprimeretur, alter elevaretur, nisi & ipsi infingerentur circulo super alios polos proram & puppim respicientes versatili. Sit pyxis ipsa ABCD, in qua venti descripti sint, & in centro O acus magnetica volubilis infistat: pyxidem circulus E I F H complectatur, cui poli D & B faciliè versatiles infigantur, ut inclinatâ navi in A vel in C pyxis horizonti parallela maneat; & ut eundem parallelismum servet, etiam si navi in B aut D inclinetur, circulus ille E I F H duos pariter polos faciliè versatiles habeat in E & F externæ pyxidi immobili infixos:



hac enim ratione fiet, ut in quacumque navis inclinatione pyxis nautica à suo parallelismo & æquilibrio non recedat.

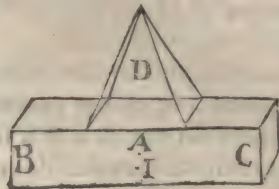
Hoc eodem artificio contruitur lucerna ferreo aut æneo globo inclusa multipliciter perforato, ut fumo exitus pateat, quæ citrà effusionem olei in solo rotata non extinguitur; est siquidem vasculum plumbeum, ut sua gravitate securius deorsum vergat, polis versatilibus suspensum in circulo, qui pariter

polos inferit secundo circulo, secundus similiter tertio, tertius demum scaphio, seu inferiori hemisphærio globi, cui includitur, eâ dispositione, ut quemadmodum pyxidîs nauticæ hîc descriptæ ambitus in quatuor partes distinguitur à polis, ita lucernæ hujus ambitus in octo partes à polis distribuatur, atque proinde facilius sit globi in omnem partem volutatio citrà periculum inclinationis vasculi oleum cum ellychnio continentis.

Nec pluribus opus est hîc explicare, quàm proclive sit artificium hoc ad plura traducere, quorum usus est in plano horizontali, ne libellâ semper & normâ indigeamus, ut illa ritè collocentur: ut si horologium horizontale statuendum sit quocumque in plano, sit illud pyxidi inclusum cum circulo, quemadmodum de pyxide nauticâ dictum est: si lectulum viatorum in rhedâ sternere oporteat, in quo citrà jactationem, etiam viâ salebrosâ, quiescere liceat, ferreo parallelogrammo complectere lectulum ex polis suspensum circâ medium eo loco, ut corpus in lectulo jacens sit horizonti parallelum, ipsum verò parallelogrammum polis rhedæ infixis & versatilibus ad caput & ad pedes suspendatur: & alia hujusmodi, quæ faciliè pro rerum opportunitate excogitari possunt.

Verùm quàm faciliè est super polos in æquilibrio constituere corpora gravitatis centrum habentia vel in ipsâ sustentationis lineâ, vel infrâ illam, tam multis difficultatibus implicitum opus est in æquilibrio statuere corpus, cujus gravitatis centrum in parte superiori reperitur, & quidem maximè si multum inde removeatur; tunc enim sufficit vel minima inclinatio, ut totum corpus revolvatur, cum ex alterâ parte sint plura gravitatis momenta, quàm in oppositâ.

Nam si corpus BC, cujus centrum gravitatis sit A, suspendatur super polis in I, quando axi sustentanti ad perpendicularum respondet centrum gravitatis A, manet æquilibrio, sed factâ corporis inclinatione, ut A recedat à perpendicularo, jam versùs C plures sunt partes gravitatis descendentes, quàm versùs B sint partes ascendentes, & illæ velocius moventur deorsum, quàm hæ sursum; quapropter illæ
majora

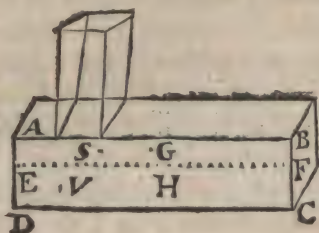


majora habent momenta, quibus deorsum urgentibus corpus revolvitur. Id quod multò magis contingit in Acrobarycis, quæ nimirum gravitatem in summitate habent, ut si corpori BC in superiori parte adnexa esset pyramis D; cum enim totius compositæ molis ex solido BC, & pyramide D, centrum communis gravitatis non esset in A, sed adhuc superius procul à polo I, qui est centrum motûs, factâ levi inclinatione multo plus gravitatis esset ex parte C, quàm ex opposita B, ut constat: nam quò altius & remotius est centrum gravitatis, eò facilius linea directionis cadit extra punctum vel lineam sustentationis, factâ pari inclinatione.

Liceat autem hîc obiter, quasi corollarij loco, attingere æquilibria corporum humido insidentium, & Acrobarycorum fluitantium, in quibus pariter Rationes libræ agnoscentur, si rectè perpendatur, ubi fiat sustentatio. In omni igitur corpore fluitante duplex pars consideranda est, & quæ intrâ humidum mergitur, & quæ in aëre extat: illa quidem utpote secundum speciem minùs gravis, quàm humor, levitat, hæc verò aëre gravior gravitat: Quare & illa suum habet centrum levitatis, & hæc centrum gravitatis; nec posset corpus datam positionem servare, nisi in eadem lineâ perpendiculari ad universi centrum tendente esset utrumque centrum & levitatis & gravitatis; cumque par sit virtus ascendendi virtuti descendendi, neutrà prævalente, & sibi vicissim utrâque obsistente, consistit corpus. Quòd si non in eodem perpendiculo sit utrumque centrum, utrumque suâ viâ pergere potest, illud ascendendo, hoc descendendo. Sic baculum rectum in aquam immittens, manûque retinens, ne in alterutram partem inclinetur, mergi quidem illum videbis pro Ratione specificæ suæ gravitatis, quæ minor est specificâ gravitate aquæ, sed erectus non manebit, nisi quandiu retinueris; nam ubi illum dimiseris, statim centrum gravitatis descendet, & levitatis centrum ascendet, quia vel exiguus aquæ motus partem immersam inclinans satis est, ut centra illa non eidem perpendiculo respondeant; ac propterea demùm baculus jacens innabit.

Quiescente igitur corpore in humoris superficie, manifestum est centrum gravitatis partis extantis in eodem perpendiculo esse cum centro levitatis partis demersæ. Quare si
lignæ

ligneum prisma A C aquæ imponatur, & immergatur ita, ut pars demersa & levitans sit E C, pars verò extans in aëre &



gravitans sit A F, centrum gravitatis est G, centrum levitatis est H, quæ sibi directè adversantia in oppositas partes conantur æqualibus viribus, atque propterea nullus sequitur motus. Quòd si aut H recederet versùs D, aut G versùs B, & hoc posset descendere, & illud ascendere neutro contranitente.

Jam verò quiescenti prismati imponatur aliquod pondus, certum est partem in aëre extantem, conflata ex parte prismatis & ex addito pondere, graviorem esse, ac proinde prævalere viribus partis in aquâ levitantis, illamque deprimere, quoadusque fiat æqualitas inter levitatem & gravitatem. Sed multum interest, utrùm additi ponderis centrum gravitatis in eodem perpendicularo sit cum centro gravitatis G, ut rectâ deprimatur prisma infra superficiem aquæ; an verò sit extrâ illud perpendicularum; id quod si accidat, commune centrum gravitatis transfertur versùs A, aut B. Sit ex. gr. ad partes A propè S; cumque non immineat puncto H centro levitatis, descendit prisma ad partes A, & opposita pars ascendit, ita ut E deprimatur infra superficiem aquæ, F verò emergat. Sed dum ad partes C F prisma emergit ex aquâ, ad partes autem D E deprimatur, centrum levitatis non manet in H, sed ad majorem partem depressam secedit, donec fiat V, atque in eodem perpendicularo sit cum centro gravitatis S; & tunc quiescit prisma, nec amplius demergitur in E, aut emergit ex F. Sustinetur itaque centrum gravitatis S à centro levitatis V, & vicissim centrum levitatis V retinetur à centro gravitatis S; & fit tùm inter gravitates, tùm inter levitates æquilibrium, quia gravitas in A major minùs distat à puncto, vel potius à lineâ sustentationis factâ à plano transeunte per V, & gravitas in B minor magis distat; ideóque neutra prævalet: & similiter levitas in D E major minùs distat à lineâ detentionis factâ à plano transeunte per S, ac levitas minor in C magis distat;

distat; quare vis tardiùs ascendendi major prævalere non potest minori virtuti repugnanti ad descendendum velociùs.

Quemadmodum verò si tantum ponderis adderetur in A, ut centrum commune gravitatis non posset imminere centro levitatis partis demersæ, nemo non intelligit futuram omnimodam depressionem partis A infra superficiem aquæ, & omnimodam emersionem oppositæ partis C; ita in Acrobarycis fluitantibus manifestum est, quò altiùs attollitur gravitas, eò faciliùs factâ inclinatione transferri commune centrum gravitatis ultra perpendiculum, in quo est centrum levitatis partis demersæ. Sic si justo longior sit in navi malus, factâ ex fluctibus inclinatione in latus, aut saltem impulsu venti suprema carbasâ implentis, facilis erit navis submersio, quia plus momentorum gravitatis est ex alterâ parte, quàm ex oppositâ, translato in navis latus, aut ultra illud, centro gravitatis totius partis extantis in aëre. Sed de his, Deo dante, plenius in Hydrostaticis differendum erit, ubi ostendetur ad navium stabilitatem necessariam esse eam centrorum dispositionem, ut centrum gravitatis totius navis cum omnibus impositis sit infra centrum levitatis partis demersæ in eodem perpendiculo, in quo pariter erit centrum gravitatis partis extantis.

C A P U T IV.

An, & cur libra ab æquilibrio dimota ad illud redeat.

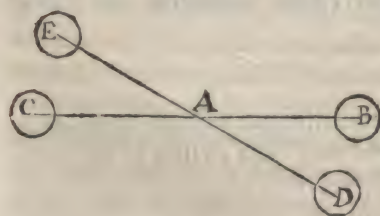
NEmini dubium esse potest æquilibrium tolli ob momentorum gravitatis inæqualitatem, vel quia in una libræ æquilibris lance additum est pondus, vel quia altera jugi extremitas, alicujus elevantis aut deprimentis vi, recedit à positione horizonti parallelâ. Illud in quæstionem revocari potest, an sublato ponderis excessu, aut cessante impulsu extrinseco, libra redeat ad æquilibrium, & positionem horzonti parallelam sibi ipsa restituat. Certè Keplerus in Astronomiâ Opticâ cap. 11.

K k

prop. 20. asserit eum, qui negat libram brachiorum æqualium ad horizontis æquilibrium redituram, *non antiquitati tantum, sed rerum natura, sed utilitati generis humani bellum indicere.* At ex adverso Authores ferè omnes, qui de his accuratius scripserunt, triplicem libræ speciem distinguentes unam tantummodo agnoscunt, quæ se restituat horizonti parallelam. Hoc si quidem tanquam certum assumunt, corpus quodcumque grave, quod suspensum, aut sustentatum liberè in aëre pendeat, in eò tantum situ quiescere, in quo gravitatis centrum cum suspensionis aut sustentationis puncto in eadem directionis lineâ reperiatur; descendit enim quantum potest, neque ei opponitur punctum suspensionis aut sustentationis, nisi in eodem perpendicularo ad universi centrum ducto utrumque sit. Cum itaque libra sit corpus grave suspensum, & suum habeat centrum gravitatis, tunc demùm quiescet, ubi eam positionem obtinuerit, in quâ suspensionis punctum, & gravitatis centrum in eadem sint directionis lineâ. Punctum verò suspensionis libræ non illud hîc intelligitur, ex quo pendet ansa, cui libra inseritur, sed ipsa Agina, seu spartum, ut Aristotelico vocabulo utar, est suspensionis punctum; ex illo enim proximè libra suspenditur.

Hinc oritur triplex libræ species, quia tripliciter componi possunt centrum motûs, & centrum gravitatis; primò scilicet possunt in uno eodemque puncto convenire, deinde centrum motûs potest esse superius, demum inferius centro gravitatis.

Et quidem si unum idemque punctum sit motûs & gravitatis centrum A, & æqualibus brachiis AB, AC æqualia sint



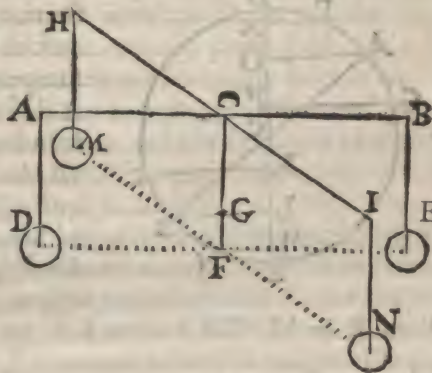
adnexa pondera B & C, utique æquilibrium horizontale manet, propter momentorum æqualitatem tum ratione gravitatum æqualium, tum ratione æqualium propensionum ad motum. Si igitur applicatâ manu in B deprimatur libra, ut sit DE; amotâ manu, cur redeat libra ad priorem positionem BC? adhuc enim momenta utrinque sunt æqualia, & tantumdem ascendere deberet D, quantum descenderet E: par igitur est
resistentia

resistentia ipsius D propensione ad motum ipsius E : neutro itaque prævalente fiet in eo situ D E consistentia.

Attamen huic argumentationi, quamvis legitimæ, non acquiescunt nonnulli, qui libram hujusmodi in quâcumque positione quiescentem se visuros desperant, quia nunquam videntur : quare potius causam inquirunt, cur ad æquilibrium redeat libra æqualium brachiorum, quamvis ex medio jugo suspendatur. Existimant aliqui posse vim argumenti eludi, si concedant quidem in uno eodemque puncto convenire centrum motûs & centrum gravitatis jugi, non tamen libræ : nam si præter jugum assumantur etiam uncini aut lances, quibus adnectuntur aut imponuntur pondera, multò magis si eadem pondera assumantur, centrum gravitatis hujusce molis compositæ reperiri asserunt infra ipsum jugum, ac propterea nullam esse hujusmodi primam speciem libræ.

Sit libræ jugum A B ; centrum motûs & gravitatis jugi sit C ; pendeant lances D & E, singularumque cum suis appendiculis gravitas sit æqualis gravitati jugi, ut facere consueverunt accuratiores monetarij. Lancium igitur simul sumptarum commune gravitatis centrum est in F : jungantur centra gravitatum C & F ; & erit demum totius libræ vacuæ D A B E commune gravitatis centrum in G. Quod si lancibus D & E imponantur æqualia pondera, commune centrum gravitatis erit inter G & F, atque quò graviora erunt pondera, eò propius accedet ad F. Est igitur manifestum centra motûs & gravitatis totius libræ non in eodem puncto convenire, sed gravitatis centrum esse infra centrum motûs, seu spartum C.

Verum effugium hoc nullum esse censeo : inclinetur enim libra, & acquirat positionem H I, jam H M & I N lineæ di-



rectionis lancium sunt æquales, quia eadem cum AD & BE , & sunt parallelæ, quia ambæ perpendiculares ad horizontem; ac propterea ex 33. lib. 1. æquales sunt ac parallelæ HI & MN . Cumque CF linea directionis centri gravitatis jugi sit iisdem HM & IN parallelæ, & exeat ex C medio rectæ HI , cadet pariter in medium rectæ MN ex 34. lib. 1. & idem punctum F est commune centrum gravitatum M & N ; atque proinde libræ $MHIN$ commune centrum gravitatis erit in eadem rectâ lineâ CF . Si itaque quiescit corpus grave suspensum, quando in eadem directionis lineâ est punctum suspensionis, & gravitatis centrum, etiam in positione HI deberet libra quiescere; esto in C non convenient contra motus & gravitatis totius libræ.

Nicolaus Tartalea lib. 8. quæsito 32. ideo libram ad parallelismum horizontis redire existimat, quia in inclinatione jugi putat majora esse momenta brachij elevati, quàm depressi. Id quod hac methodo conatur ostendere. Si ex C æqualiter



distent pondera æqualia A & B , fuerintque ab æquilibrio remotæ, describunt circulum, in quo sumptis partibus æqualibus, dum A descendit ex F in A , vis descendendi est NO , at ex A in G vis descendendi est OP major, quàm NO , ut constat ex doctrinâ Sinuum. Similiter vis descendendi ipsius B ex I in B est KL major, quàm LM vis descenden-

di ex B in H . Est autem KL ipsi OP , & LM ipsi ON æqualis; igitur OP est etiam major, quàm LM . Cum itaque in situ ACB pondus B gravitet solum ut LM , & pondus A gravitet ut OP , major est potentia ipsius A , quàm ipsius B : igitur ad æquilibrium descendere oportet pondus A .

Sed peccat hæc Tartaleæ argumentatio, quia in pondere B non est consideranda vis descendendi in H , sed repugnantia ad ascendendum in I , secundum quam obstitit opposito ponderi A ; hujus autem resistentiæ mensura est LK æqualis ipsi OP potentiæ seu propensione ipsius A ad descendendum: æquatur

æquatur ergo potentia resistentiæ, nec ullus fieri potest motus, quamdiu hæc æqualitas permanet.

Joannes Keplerus Astronomiæ Opticæ loco citato, cur libræ brachia revolvantur ad æquilibrium, infert ex eo, quod altero brachiorum prægravato additione ponderis, ita jugum libræ consistit, ut quod est gravius non planè imum locum petat, & quod est levius, non planè in apicem attollatur. Cujus rei causam inquirens statuit libræ jugum CD bifariam in A divisum; & centro A descripto circulo ducit perpendicularum BAF : ex quo manifestum est neutrum pondus posse deprimi infra F , aut attolli supra B . Sed quia pondus D ponitur gravius, quàm pondus C , & utrumque naturâ suâ ad imum tendit, contenduntque invicem; partiuntur inter se descensum BF in proportionem, quâ ipsa sunt: adeò ut BH descensus ponderis C sit ad BG descensum ponderis D , ut pondus C ad pondus D . Est autem FG linea æqualis lineæ BH , quia ex æqualibus AB & AF auferuntur æqualia latera AH & AG , cum enim triangula CHA , DGA rectangula sint, & angulos ad verticem A æquales habeant, & latera AC , AD æqualia; etiam per 26. lib. 1. latus AH est æquale lateri AG . Igitur ut pondus C ad pondus D , ita FG ad GB .

Ducatur ex F ad AD perpendicularis FK : similiter triangula AGD , AKF rectangula, & cõmunem angulum in A habentia, cum latere AF æquali lateri AD , per eandem 26. lib. 1. habet latera AG & AK æqualia: ergo & residua FG , DR æqualia sunt. Igitur propter æqualitatē diametrorum FB & DC , erit etiam GB linea æqualis lineæ KC . Quare ut pondus D ad pondus C , ita GB ad GF , hoc est ita KC ad KD : ac propterea factâ jugi suspensione in K pondera C & D inæqualia secundum Rationem brachiorum reciprocè posita æquiponderabunt & consistent. Cum igitur in hac eadem Ratione sit descensus BH & BG , ut est pondus C ad pondus D , fiet consistentia in situ CAD . *Ergo per subsumptionem patet*, subdit Keplerus, cujus superiorem doctrinam conatus sum paulo clariùs exponere, *cur libræ brachia*



revolvuntur ad æquilibrium, cum enim aque ponderent, æquales etiam in circulo fieri descensus par est.

Meam hebetudinem dissimulare non possum, qui hujusce Keplerianæ argumentationis vim satis assequi non valeo: quid enim, si fieret æquilibrium horizontale ponderum, facta in K suspensione? an propterea consequens est fieri æquilibrium etiam in situ CAD, nisi aliunde probetur? sed quod ad rem nostram attinet, pondera alligata, & adnexa libræ non ita considerata sunt, ut ambo descendant, si comparatè sumantur, sed alterius propensio ad motum deorsum comparanda est cum alterius repugnantia ad motum fursum, & vicissim hujus propensio ad descendendum cum illius resistentia, ne ascendat. Quapropter si ex D pondere majore auferatur excessus supra pondus C, & fiant æqualia pondera, non possunt ad æquilibrium horizontale redire, nisi C descendant, D verò ascendet: Cum autem hujus ascensus GA sit æqualis descensui HA, nulla est ratio, cur propensio ponderis C vincere debeat æqualem ponderis D resistentiam.

Deinde quid intelligendum est, cum dicitur ipsius C descensus esse BH, ipsius verò D descensus esse BG? ex B enim non utrumque descendit, sed alterutrum: & si pondus D descendisset ex B, ex adverso pondus C ascendisset ex F; cumque illius descensus esset BG, hujus ascensus esset FH; sunt autem BG & FH æquales. Quod si non motus præcedens, sed sola propensio ad descendendum & repugnantia ad ascendendum consideretur pro ratione positionis, pondus D habet mensuram propensionis ad descendendum, non motum (qui fortasse transiit) ex B in D, sed quem in eo situ posset perficere ex D in F: atque adeò ipsius D descensus est GF, ejusque resistentia, ne ascendat usque ad summum est GB, & vicissim ponderis C propensio ad descendendum non est ex B in C, sed ex C in F, si usque ad imum descendant, habens mensuram HF, ejus verò repugnantiam ad ascendendum meretur HB. Est igitur manifestum uniuscujusque ponderis propensionem habere oppositam resistentiam æqualem (est enim propensio GF æqualis resistentiæ HB, & propensioni HF æqualis est resistentia GB) ac proinde nullum sequi posse motum ponderum æqualium à centro A æqualiter distantium. At, inquis, quid causæ est, cur

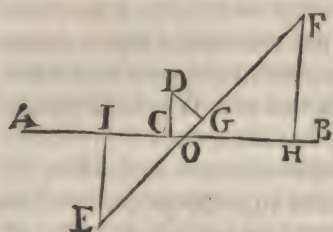
cur similem libram in quâcumque positione quiescentem non habemus? sed omnis libra ea est, ut vel ad æquilibrium redeat, vel omnino quantum potest descendat, quâ parte habet brachium inclinatum? Responsio in promptu est; quia scilicet difficillimum est duo illa puncta exquisitè convenire, hoc est centrum motûs & centrum gravitatis, nimirum punctum illud, quod brachiorum longitudinem discriminat. Quod si vel minimum duo illa centra discrepent, natura omnes sui juris apices exactissimè persequitur, & est spartum non in medio, sed aut in superiore, aut in inferiore parte jugi (si quidem brachia sint æqualia; nam si ad latus esset in eâdem rectâ lineâ, libra esset inæqualium brachiorum, & tunc non adnexorum ponderum æqualitas esset considerata, sed eorum Ratio, sumptâ reciprocè brachiorum Ratione) ex quo sequitur aut reditus ad æquilibrium, aut ulterior descensus brachij inclinati.

Hinc est de illâ duplici tantummodo libræ specie locutum fuisse Aristotelem in *Mechan.* q. 2. omisâ priore hac, quæ videtur speculantis intellectûs terminis coërceri, nunquam in praxim nisi fortuito deducenda. Non enim satis est accuratissimè inquirere centrum gravitatis jugi, ut illud sit pariter centrum motûs, sed necesse est punctum hoc in eâdem rectâ lineâ esse, quæ jungit puncta contactuum jugi & annulorum, ex quibus lances dependent: nam nisi hoc contingat, centrum illud gravitatis assumptum non est punctum, à quo brachiorum longitudines discriminantur, ut inferius constabit dilucidius ex iis, quæ de librâ curvâ dicentur.

Quærendum est itaque, cur libra aginam habens in superiore loco, si ab æquilibrio horizontali dimoveatur, ad illud redeat. Et ne locus æquivocationi pateat, dum ad hoc demonstrandum assumuntur puncta notabili intervallo inter se distantia (ne videlicet linearum brevitâs confusionem aut obscuritatem pariat) observa linguæ nomine non eam solùm partem intelligi, quæ supra libræ jugum intrâ ansam excurrent extat; sed linguæ, seu, ut aliis placet, trutinæ pars est etiam linea, quæ in ipsâ jugi crassitie descripta intelligitur perpendicularis ad lineam longitudinis brachiorum, & transiens per centrum motûs. Quare hujus lineæ pars intercepta inter centrum motûs, & lineam longitudinis brachiorum, sive exigua sit,

sit,

fit, sivè valde notabilis (quod quidem ad præsentem considerationem attinet) nihil interest, nam eadem planè semper est ratio, atque demonstratio.



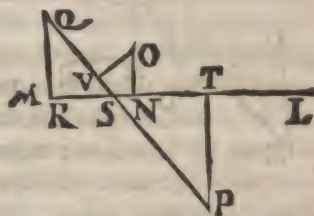
Sit libra æqualium brachiorum AB, cujus puncto medio C insistat perpendicularis CD, & sit in ipsâ jugi crassitie centrum motûs punctum D, impositisque æqualibus ponderibus in A & B, maneat in æquilibrio horizontali AB. Deprimatur extremitas A, ut veniat in E, reliqua extremitas B ascendit in F, & C venit in G.

Non potest igitur manere libra in positione EF sublato deprimente in E, sed manentibus æqualibus ponderibus redit ad æquilibrio, seque restituit in AB; tùm quia centrum gravitatis non est in lineâ directionis transeunte per D punctum suspensionis, tùm potissimum quia momenta ipsius F majora sunt momenti ipsius E ratione positionis & propensionis ad motum; potest enim F descendere juxta mensuram FH, dum E ascendit juxta mensuram EI; est autem major Ratio motûs FH ad motum EI, quàm sit Ratio ponderum, quæ est Ratio æqualitatis, nimirum ut FG ad GE. Nam per 8 lib. 5. FO ad GE majorem habet Rationem quàm FG ad GE, & FO ad OE majorem habet Rationem quàm FO ad GE; ergo multo major est Ratio FO ad OE, quàm FG ad GE. At similia sunt triangula FHO, EIO, quia æquiangula (nam propter parallelismum linearum directionis FH & IE, alterni E & F, & alterni I & H, qui etiam recti ponuntur, & qui ad verticem O, æquales sunt) igitur per 4. lib. 6. ut FO ad OE, ita FH ad EI. Est igitur major Ratio descensûs FH ad ascensum EI, quàm sit Ratio ponderum, quæ est ut FG ad GE.

Hinc patet clara solutio quæstionis à Keplero propositæ: quia si pondus E majus sit pondere F, illud non ad imum locum descendet, sed ibi libra obliquè subsistit, ubi pondera erunt in Ratione reciproca motuum; quando scilicet ratione positionis ita propensio ad descendendum ponderis F erit ad resistentiam ponderis E, ne ascendat, ut est vicissim pondus E ad pondus F: & tunc perpendicularis linea directionis ex D puncto

puncto suspensionis demissa cadet in centrum gravitatis compositæ libræ & ponderum. Cujus rei argumentum est manifestum, quod libra quiescens in positione EF si moveatur ab aliquo deprimente ulterius aut elevante, sibi relicta non minùs redit ad eundem situm obliquum, quàm redeat ad æquilibrium horizontale, si pondera sint æqualia. Quæ omnia ex dictis plana sunt & aperta; sed an hoc idem ritè probaverit Keplerus, viderint alij.

Eadem philosophandi ratio erit in librâ brachiorum inæqualium LM, in qua sint pondera L & M (computatis ipsorum brachiorum gravitatibus juxta momenta, quæ habent in illâ eadem longitudine, ut dictum cap. 2. hujus libri) reciprocè in Ratione brachiorum NM & NL. Deprimatur L in P, & elevabitur M in Q, & N in V.



Dico libram summoto deprimente, ad æquilibrium LM redituram. Ducantur perpendiculares PT & QR, productâ LM horizontali, si opus fuerit. Triangula SQR, SPT sunt similia; igitur per 4 lib. 6. ut QS ad SP, ita ponderis Q propensio ad descendendum QR, ad ponderis P resistantiam, ne ascendat, PT. Est autem major Ratio QR ad PT, quàm sit ponderis P ad pondus Q; igitur pondus Q prævalebit. Majorem autem esse Rationem sic ostenditur. Pondus P ad pondus Q est ut NM ad NL ex hypothesi, hoc est ut QV ad VP: sed per 8. lib. 5. major est Ratio QS ad VP, quàm QV ad VP, & major Ratio QS ad SP, quàm QS ad VP: igitur major est Ratio QS ad SP, quàm QV ad VP, hoc est quàm pondus P ad pondus Q. Est autem demonstratum ita esse QS ad SP, ut QR ad PT; igitur major est Ratio descensus QR ad ascensum PT, quàm sit Ratio ponderis P ad pondus Q: Ergo vis descendendi major est, quàm opposita resistantia, ac propterea restituet se libra in æquilibrio horizontali.

Ex his manifestum est rem contrario modo se habere, quando spartum est in crassitie jugi ita collocatum, ut sit infra lineam, quæ constituit longitudinem brachiorum; tunc enim al-

Ll

demum jugum EF sit infra punctum D, & quod initio fuit punctum sustentationis, fiat punctum suspensionis libræ. Eadem dicta intelligantur de librâ brachiorum inæqualium, quæ supervacaneum est iterum inculcare.

Oblatâ itaque librâ facillè dignosces, cujus speciei illa sit, quamvis ob punctorum propinquitatem, scilicet centri motûs, & puncti brachiorum longitudinem discriminantis, non valeat oculus dijudicare: impositis enim æqualibus ponderibus, ut habeat æquilibrium horizontale, aliquantulum deprime alterutrum brachiorum, & sublato deprimente, si quidem manserit obliqua (id quod rarissimè continget) pronuntiabis centrum motûs convenire cum puncto brachiorum longitudinem discriminante: sin autem ad æquilibrium redierit, centrum motûs erit in superiore loco; si ulteriùs descenderit, centrum motûs erit infra lineam longitudinis brachiorum. Vel etiam factò æquilibrium horizontali, adde pondus alteri lanci; si descendat ita, ut jugum obliquè consistat aut magis aut minus, prout major aut minor factus est excessus ponderis, pronuntiabis centrum motûs esse in superiore loco: at si factâ ponderum inæqualitate lanx gravior usque ad imum deprimatur, quantum potest, indicabit centrum motûs esse in inferiore loco, aut convenire cum puncto brachia discriminante: sed hoc ultimum temerè non affirmabis, nisi restitutâ ponderum æqualitate, sequatur quies in quacumque positione, aut conversâ deorsum ansâ non contingat obliqua jugi consistentia: si enim factâ ansæ suspensione centrum illud fuisset in inferiore loco, factâ conversione esset in superiore loco, & contingeret æquilibrium in positione obliquâ.

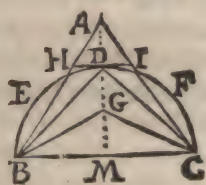
CAPUT V.

An fieri possit libra Curva.

Quamvis ad ponderum examen instituendum rarò contingere possit, ut librâ Curvâ uti cogamur, quia tamen in machinamentis aliquibus ita aut loci angustia, aut opportuna

corporum movendorum dispositio, exigunt collocari pondera, ut & libræ Rationes servantur, & tamen jugi rectitudo nulla appareat; non erit hic inutile libram curvam examinare, ut, si quando eâ uti contigerit, innotescat, quænam sint brachiorum, & motuum Rationes. Libram autem curvam voco, quæ à communi formâ deflectens latera habet non in directum posita, sed in angulum concurrentia, aut in arcum sinuata, quorum extremitates sive sursum, sive deorsum respiciunt: factâ enim suspensione sive ubi angulum latera constituunt, sive in aliquo arcûs puncto, ea fieri potest hinc & hinc ponderum additio, quam horizontale æquilibrium consequatur. Sed quia imperitis fucum facere posset apparens hæc laterum longitudo, caveant, ne ex illis jugum libræ deductum intelligant: contingere scilicet potest, ut planè varia sit hujusmodi libræ forma, & magnitudo, idem tamen sit semper libræ jugum, in quo brachia desumenda sunt.

Sint enim in angulum compacta duo latera recta AB & AC; non est tota jugi magnitudo computanda ex horum laterum longitudinibus; sed ex ipsâ extremitatum B & C distantia BC; quæ semper eadem est, sive sit arcus BEFC,

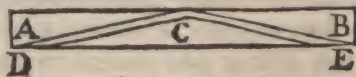


sive alia sint latera DB & DC, aut GB & GC, atque suspensio fiat sive in A, sive in D, sive in G, sive in quocumque alio puncto, quod sit intra spaciū à lineis AB, AC, BC comprehensum. Est igitur idem jugum BC, quia in B & C adnexa intelliguntur pondera, eorūque distantia, prout libræ adnectuntur, ea est, quæ jugi longitudinem determinat. Verum an libra æqualium sit potius, quàm inæqualium brachiorum, definiendum est ex puncto suspensionis, à quo ad extremitates B & C deducendæ sunt rectæ lineæ; quæ si æquales fuerint, libra est æqualium brachiorum; sin autem inæquales, inæqualium. Hinc si latera AB & AC jungantur transversario HI, in eoque sumatur punctum suspensionis D, nil refert æqualitas, an inæqualitas sint latera AB & AC; sed attendenda est æqualitas aut inæqualitas linearum ex D ductarum ad extremitates B & C.

Neque me arguas, quòd dixerim jugum esse BC, & attendendam

dam æqualitatem aut inæqualitatē linearū ex puncto suspensionis ductarum, puta DB & DC ; brachia siquidem in ipso jugo considerata sunt; illæ autē linearū nihil habent cum jugo commune præter puncta extrema B & C . Quamvis enim linearū hujusmodi brachia libræ non sint, si res propriè consideretur, inferunt tamen æqualitatem aut inæqualitatem brachiorum, quatenus ex puncto suspensionis D ducta intelligitur ad BC jugum perpendicularis DM , quæ jugum dividit in partes BM & CM æquales aut inæquales. Nam quia triangula BMD & CMD sunt rectangula, quadrato BD , ex 47. lib. 1. æqualia sunt duo quadrata DM & MB , & quadrato DC æqualia sunt duo quadrata DM & MC . Si igitur linearū DB & DC æquales sunt, earum pariter quadrata sunt æqualia; ex quibus dempto communi quadrato DM , remanent quadrata BM & CM æqualia, ac proinde linearū MB & MC æquales. Si verò linearū BD & CD sunt inæquales, quadrata earum sunt inæqualia; ex quibus dempto communi quadrato DM , residua sunt quadrata BM & CM inæqualia, eorumque latera (scilicet linearū MB & MC) inæqualia erunt pronuncianda.

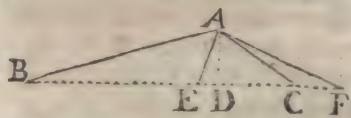
Brachia itaque hujus libræ curvæ propriè sumpta non illa sunt, quæ apparent, & quia ex illis libræ curvæ moles constat, vulgariter hoc vocabulo donantur; sed sunt segmenta linearū jungentis extremitates, quibus pondera adnectuntur; in quæ segmenta dividitur à perpendiculo, quod ad illam ducitur ex puncto, quod est motus centrum. Cum igitur punctum hoc, quod tanquam centrum legem dat motui, sit extrà lineam extremitates illas jungentem, aut in superiore, aut in inferiore loco erit; ac propterea altera erit ex duabus illis speciebus libræ, de quibus capite superiore sermo fuit, habentibus spatium aut suprà, aut infrà; & huic curvæ ea omnia convenient, quæ ibi dicta sunt, ut fiat æquilibrium horizontale, aut obliquum. Si enim sit libræ scapus rectus AB bifariam divisus, centrum motus habens in C & pondera adnexa in D & E æqualia, habet æquilibrium horizontale, ad quod redit, si ab illo dimoveatur; & si pondera D & E sint inæqualia, habet æquilibrium obliquum pro Ratione discriminis ponderum;



quia scilicet centrum motûs C est supra lineam DE jungentem puncta contactuum, quibus pondera adnectuntur. Factâ autem figuræ conversione, ut C sit in inferiore loco, & linea DE in superiore, in solo æquilibrio horizontali manet, à quo si removeatur, ad illud non redit, neque ullum habet æquilibrio in positione obliquâ, ut dictum est. Jam ex jugo AB omnia superflua refecentur, & remaneant virgulæ CD & CE connexæ in C centro motûs: manifestum est non esse immutata ponderum momenta, & eundem esse motum libræ curvæ DCE ac rectæ AB; sive C intelligatur in parte superiori, sive in inferiori. Quare & de hac curvâ, quod ad æquilibrio spectat, eadem dicenda sunt, quæ de librâ spartum superius aut inferius habente sunt dicta.

Et quidem si latera illa, quibus libra curva constat, secundum longitudinem æqualia sint, & paris gravitatis, additis hinc & hinc æqualibus ponderibus fiet æquilibrio horizontale; quia vera linea jugi in segmenta æqualia dividitur, sunt autem omnes Rationes Æqualitatis, omninò similes. At si latera illa sint inæqualia, non erunt addenda reciprocè pondera (etiam computatâ ipsorum laterum gravitate) in Ratione illarum longitudinum; sed in Ratione segmentorum jugi, ut fiat æquilibrio: quia ex laterum illorum inæqualitate statim quidem infertur etiam veram lineam jugi dividi in segmenta inæqualia; sed non illico consequens est similem esse Rationem Inæqualitatis: Immò si inæqualia sint illa latera, fieri omnino non potest, ut segmenta, quæ fiunt à perpendiculari cadente in basim, videlicet in lineam jugi, sint in eadem Ratione; alioquin si basis segmenta essent in Ratione laterum adjacentium, angulus, ex quo perpendicularis demittitur, esset bifariam sectus, per 3 lib. 6. atque adeò duo triangula haberent duos angulos duobus angulis æquales, nimirum rectum & acutum, atque latus haberent commune; ergo per 26. lib. 1. & reliqua late-

ra essent æqualia, contra hypothesis. Sit enim libra curva laterum inæqualium BA C; linea recta BC est vera linea jugi, in quam cadens perpendicularum AD definit brachiorum



rum DB & DC longitudinem. Non est autem DB ad DC ut BA ad AC, alioquin angulus BAC esset bifariam sectus, & duo triangula DAB, DAC haberent præter rectos ad D, etiam acutos ad A æquales, atque latus AD commune, ac proinde essent etiam latera BA & AC æqualia contra hypothesein.

Sunt igitur anguli ad A inæquales, & minor est, qui adjacet minori lateri AC, quàm qui adjacet majori lateri AB: quia in triangulo BAC major est angulus C oppositus majori lateri BA, quàm angulus B oppositus minori lateri AC, ex 18. lib. 1. igitur in triangulis BDA, CDA rectangulis ad D, complementum CAD minus est complemento BAD. Qua propter si angulus BAC sit bifariam dividendus, recta AE auferet aliquid ex majore angulo BAD, & constituens angulum BAE cadet in basim inter B & D. Est itaque, per 3. lib. 6. ut BA ad AC, ita BE ad EC: sed minor est Ratio BE ad EC quàm BD ad EC, & multo minor quàm BD ad DC. per 8. lib. 5. igitur minor est Ratio BA ad AC, quàm sit Ratio brachij BD ad brachium DC. Si igitur pondera in C & B essent reciproce ut BA ad AC, haberent minorem Rationem, quàm BD ad DC, ac propterea non essent apta ad constituendum æquilibrium horizontale. Retento igitur pondere B, augendum esset pondus C, vel retento pondere C, minuendum esset pondus B, ut essent in reciproca Ratione brachiorum BD & DC.

Hinc etiam constat retentis eodem latere AB eademque lineâ horizontali BC cum eodem angulo B, si velis uti minori pondere, quod cum pondere B faciat æquilibrium, addendum esse in A latus majus latere AC, puta latus AF, itaut tota BF sit jugi longitudo, & brachia sint BD & DF. Manifestum est autem ex 8. lib. 5. majorem Rationem esse ejusdem BD ad DC minorem, quàm ad DF majorem; ad pondera debent esse in F & B ut BD ad DF; igitur minus pondus in F æquivaleret eidem ponderi B, cui in C æquivaleret pondus majus. Porro nemini dubium esse potest, an latus AF majus sit latere AC, quippe quod in triangulo CAF opponitur angulo obtuso ACF, per 19. lib. 1.

Sed si res fuerit in praxim deducenda, indicare oportet, quâ methodo utendum sit, ut quæsitam ponderum Rationem, hoc est

est ipsa jugi segmenta inveniamus, quippe quod solâ mente concipitur ad laterum extremitates jungendas deductum. Hæc autem esse poterit praxis. Latèrum AB & AC longitudines metire, tùm ex B ad C extentum funiculum ad similem mensuram revoca. His paratis certum est hanc jugi longitudinem communiter majorem esse longitudine singulorum laterum, semper tamen saltem alterius, tanto excessu, ut possit ab eâ auferri pars, de quâ mox dicetur; debet scilicet excedere mediam proportionalem inter aggregatum laterum, & eorum differentiam. Cum enim linea jugi à perpendiculo cadente ex angulo verticali dividenda sit, utrumque latus cum jugo facit angulos acutos; alioquin si alteruter angulorum rectus esset, aut linea jugi non esset parallela horizonti, aut latus esset idem perpendiculum; & si obtusus esset, perpendiculum caderet extra lineam extremitates jungentem. Debet igitur tanta esse jugi longitudo, ut differentia partium, in quas dividitur ad differentiam laterum sit ut summa laterum ad totum jugum.

Quare fiat ut jugi longitudo funiculo deprehensa ad laterum summam, ita laterum differentia ad partem auferendam ex longitudo jugi; cujus residuum bifariam divisum dabit minoris brachij longitudinem. Hujus operationis ratio manifesta est ex corollario primo prop. 36. lib. 3, & ex 3. ejusdem lib. 3. Sit exempli gratia latus AB partium 20, latus AC partium 9, distantia BC partium 23. Fiat ut 23 ad 29 summam laterum, ita laterum differentia 11 ad $13\frac{20}{29}$ partem auferendam ex jugi longitudo 23: Residuum partium $9\frac{3}{29}$ bifariam dividatur, & ejus semissis $4\frac{12}{29}$ est longitudo brachij minoris DC; quod reliquum est jugi partium $18\frac{10}{29}$ dat longitudinem alterius brachij majoris BD. Est igitur brachiorum (atque adeò etiam ponderum reciprochè) Ratio ut 424 ad 105.

Quod si his cognitis investigare oporteat, quanta sit hujus lineæ horizontalis BC distantia à puncto suspensionis A, nimirum quanta sit perpendicularis AD, statim ex 47. lib. 1. innotescet, si ex quadrato lateris AC 81 auferas brachij DC quadratum $20\frac{445}{529}$; nam residuum $60\frac{84}{529}$ est quadratum perpendiculi AD, quod proinde est partium $7\frac{17}{29}$ proximè.

At si pro ratione tui instituti nimia sit hujus perpendiculi longitudo,

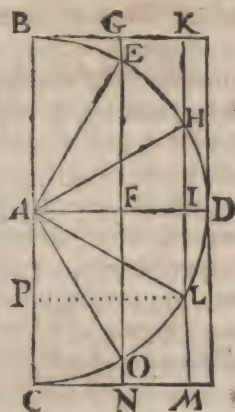
longitudo, & opportuniùs accidat jugum BC horizontale minùs distare à puncto suspensionis A, jam constat latera AB & AC explicanda in majorem angulum; quapropter etiam major erit jugi longitudo, ex 24. lib. 1. Sit ergo definita perpendiculi AD altitudo partium 4: hujus quadratum 16 aufer ex 81 quadrato lateris AC, & residuum 65 est quadratum brachij minoris DC, quod idcirco est partium $8\frac{1}{16}$ ferè. Similiter ipsius AD quadratum 16 aufer ex 400 quadrato lateris AB, & residuum 384 est quadratum brachij majoris BD, quod est partium $19\frac{2}{3}$ proximè; & totum jugum BC est partium $27\frac{5}{16}$. Quare brachij BD ad brachium DC Ratio esset ut 764 ad 314, quæ reciprocè esset & ponderum.

Ex quibus perspicuum est, positis iisdem libræ curvæ lateribus, disparem esse ponderum Rationem: in priore enim positione Ratio est 424 ad 105, hoc est proximè ut 4 ad 1. in posteriore positione, ubi in majorem angulum laterâ explicantur, Ratio est 764 ad 314, hoc est ut $2.43'$ ad 1; quæ minor est Ratio, quàm prior ut 4 ad 1. Si autem latera eadem essent in directum constituta, esset ponderum Ratio ut 20 ad 9, hoc est ut $2.22'$ ad 1; quæ est minima Ratio omnium, quæ intercedere possunt inter pondera æquilibrium horizontale constituentia ex illorum laterum extremitatibus: quæ extremitates quominùs distabunt, inflexis subinde lateribus, eo majus pondus requiretur in extremitate lateris brevioris, ut æquè ponderet cum uno eodemque pondere collocato in extremitate lateris longioris.

Porro ubi de ponderum Ratione sermo est, cave ne ipsorum laterum inæqualium libræ curvæ gravitatem contempnas; si enim æqualia illa essent, æqualia quoque essent eorum momenta tum ratione gravitatis, tum ratione positionis, nam perpendiculum caderet in medium jugum, & latera essent similiter inclinata, ac proinde sola ponderum æqualitas spectaretur: at laterum hujusmodi inæqualium momenta sunt ex utroque capite inæqualia, videlicet & ratione gravitatis insitæ, quæ ex hypothesi singulis lateribus inest pro Ratione molis inæqualis, & ratione positionis, quæ valde diversa est, cum non sint latera illa simili angulo ad perpendiculum inclinata; sed magis in-

M

clinatur latus longius faciens cum perpendicularo majorem angulum: pro variâ autem inclinatione ipsam ejusdem lateris gravitatem varia obtinere momenta manifestum videtur. Ponamus laminam metallicam AB clavo



infixam in A , circa quem quasi centrum describat semicirculum BDC . Si obtineat perpendicularem positionem AB , tota gravitas innititur clavo A sustinenti, & nullam vim habet descendendi; similiter in perpendiculari positione AC tota gravitas retinetur à clavo A , nec potest descendere. At si positionem habeat AD horizonti parallelam, omnino nec sustinetur, nec retinetur à clavo, sed toto conatu suas descendendi vires exerit. In locis igitur intermediis partim sustinetur aut retinetur à clavo A , partim conatum deorsum exercet: sic ex B veniens in E sustinetur juxta mensuram FE , & deorsum tendit juxta mensuram GE ; at ex B veniens in H sustinetur juxta mensuram IH , & deorsum tendit juxta mensuram KH . Simili modo contingit in quadrante inferiore; nam in positione AL retinetur juxta mensuram IL , nec descensum potest habere nisi ut LM ; atque in O impedimentum à retinente est ut FO , conatum deorsum meretur ON . Quia scilicet si ab aliquo sustineatur in L , perinde se habet ac si esset in plano habente inclinationis angulum CAL ; in quo plano gravitatio est ad gravitationem in perpendicularo ut Radius ad secantem, seu ut Sinus Complementi ad Radium, hoc est ut IL ad AL : ac propterea vires clavi retinentis in eâ inclinatione ad vires retinentis in perpendicularo debent esse ut IL ad AC , hoc est ad AL : At gravitatio, quâ urgetur planum inclinatum, est ut PC Sinus Versus anguli inclinationis, qui planè æqualis est ipsi LM . Cum autem hîc nullum habeatur subjectum planum, quod prematur à gravitante laminâ metallicâ, exerit hunc conatum deorsum adversus aliud oppositum pondus, quod elevare conatur, vel cui conanti resistit, ne ab eo elevetur. Si igitur in lineâ AC perpendiculari lamina AC

contra

contra clavum A exercet momenta totius gravitatis deorsum nitentis, & in A L impeditur, ac retinetur secundum mensuram I L, fiat ut A C ad I L, ita tota gravitas laminæ ad aliud, & prodibit quantitas gravitationis contra retinentem, residuumque L M erit illa gravitatio, quæ consideranda est in eâ positione inclinata A L.

Sed quoniam A L à centro motûs A distantiam habet A I, comparanda erit hæc distantia cum distantia oppositi lateris libræ, ut habeantur momenta invicem comparata. Observandum tamen est non rem perinde se habere, ac si tota gravitatio laminæ inclinatæ A L posita esset in L, atque adeò in distantia A I; sed quia distribuitur secundum totam ipsam longitudinem A L, & partes remotiores plus habent momenti, quam propiores centro, juxta Rationem distantiarum, propterea vel tota gravitas lateris A L, quæ est L M, intelligenda est in mediâ distantia inter A & I, vel semissis gravitationis A L, hoc est semissis ipsius L M, intelligendus est in I, quemadmodum hujus libri 3. cap. 2. dictum est totam gravitatem A D intelligendam in mediâ distantia inter A & D, aut ejus semissem in extremitate D. Quamvis autem ex inclinatione C A L oriatur distantia A I, hæc tamen venire pariter in computationem debet, quia comparari debent hæc momenta cum momentis distantie oppositæ, quæ momenta orta ex Ratione distantiarum eadem sunt, sive A L sit lamina, sive trabs; quamquam valde dispares sint gravitates, quæ assumendæ sunt ex eadem inclinatione; ac propterea & L M indicans gravitationem comparatè ad totam gravitatem absolutam, & A I definiens momentum ex distantia, considerari debent. Hoc pacto habetur totum momentum lateris A L; similiterque habebitur momentum lateris oppositi. Ex quo patet laterum inclinorum in librâ curvâ momenta componi & ex Ratione distantiarum, & ex Ratione momenti, quod habent singula latera ex inclinatione ad perpendicularum.

At subdubitas, utrùm ista, quæ hîc dicuntur, cum iis aptè cohæreant, quæ lib. 1. cap. 13. dicta sunt, ubi ponderis in L constituti vires ad descendendum definiri diximus à Situ anguli declinationis à perpendicularo C A L, qui æqualis est ipsi A I: hîc verò laminæ A L gravitationem constituimus ex

M m 2

Sinu complementi ejusdem anguli CAL , nimirum ex linea IL .

Quapropter observa non eandem esse rationem gravitationis lateris AL libræ, atque ponderis adnexi in extremitate L ; hujus enim momenta perinde computantur, ac si esset in I ; quia scilicet AI æqualis est brachio libræ PL , & planum inclinatum, in quo pondus L constitutum intelligitur, non est AL , sed Tangens in L ad angulos rectos, ut loco citato explicatum est. At libræ latus AL suam habens gravitatem aliter se habet: nam quemadmodum si inniteretur clavo in A , non tamen illi infingeretur, atque ab aliquo sustineretur in puncto L , certum est planum inclinatum, in quo moveretur, esse AL , contra quæ momenta descendendi in plano inclinato reluctatur clavus in A positus, & retinens; ita sublato sustinente in L , & posito contranitente reliquo latere libræ, non tollitur munus clavi A retinentis, sed substituitur latus illud oppositum loco sustinentis in L : igitur contra illud latus hoc latus AL exercet eadem momenta gravitationis, quæ exerceret adversus sustinentem in L , hoc est in planum inclinatum; quæ momenta ea sunt, quæ remanent demptis IL momentis gravitationis in plano inclinato, nimirum residuum LM . Quia verò qui sustineret latus AL in L , non esset unicum sustinens, sed planum inclinatum est AL , & ita latus retinetur in clavo A , ut etiam ab eo aliquatenus sustineatur, atque adeò lamina inclinata sustineatur à duobus in A & L , retineaturque solum ab A ; propterea non totum momentum LM , sed ejus semissem accipiendum diximus, ut habeantur momenta, quibus contranimitur oppositum latus, si addantur momenta, quæ oriuntur ex distantia à centro motus, ut dictum est.

Hæc autem ut exemplo clariora fiant, sint eadem, quæ prius in præcedente figurâ posita sunt, latera libræ curvæ BAC , longius BA partium 20, brevius CA partium 9, & quidem in eâ positione, ut perpendicularum AD cadens in jugum sit partium $7\frac{17}{23}$, & brachium jugi DC adjacens minori lateri sit partium $4\frac{13}{23}$, reliquum verò jugi brachium DB partium $18\frac{10}{23}$. Primum quære momenta laterum ex eorum inclinatione: Cumque perpendicularum AD sit æquale Sinui Complementi anguli inclinationis

nationis D A C, posito Radio A C, notus est Sinus Versus ejusdem anguli inclinationis, scilicet differentia inter A D & A' C, quæ est partium $1 \frac{6}{23}$; & simili methodo Sinus Versus anguli inclinationis D A B est partium $12 \frac{6}{23}$. Ratio igitur gravitationis lateris A B ad gravitationem lateris A C ex inclinatione est ut 282 ad 29; Ratio momentorum ex distantia à centro, ut supra diximus, est ut 424 ad 105. Compositis igitur duabus hisce Rationibus, est totius momenti lateris A B ad totum momentum lateris A C Ratio ut 119568 ad 3045, hoc est in minimis terminis ut 39.267^{''} ad 1. Sit igitur gravitas absoluta lateris A B unciarum 20; gravitatio respondens semissi Sinus Versi anguli inclinationis est unciarum $6 \frac{2}{23}$. Item gravitas absoluta lateris A C sit unc. 9; gravitatio respondens semissi Sinus Versi anguli inclinationis est unc. $\frac{29}{46}$. Hæc gravitatio $\frac{29}{46}$ ducatur in distantiam à perpendiculo partium $4 \frac{13}{23}$, & est momentum 2.878^{'''}. Similiter gravitatio unc. $6 \frac{2}{23}$ ducatur in distantiam à perpendiculo partium $18 \frac{10}{23}$, & est momentum 113.013^{'''}. Diviso itaque majore numero 113013 per minorem 2878, in minimis terminis Ratio est ut 39.268^{'''} ad 1: quæ minimùm differt à priore illa Ratione propter neglectas fractiunculas in divisionibus.

Nunc inquiramus, quantum ponderis addendum sit lateri minori, ut fiat æquilibrium cum solâ majoris lateris gravitate. Statuatur pondus addendum Algebricè 1 R, cujus distantia à perpendiculo cum sit partium $4 \frac{13}{23}$, ponderis additi momentum est $\frac{105}{23}$ R addendum momento lateris minoris invento. Quare $2.878^{'''} + \frac{105}{23} R$ æquantur momento 113.013^{'''} lateris majoris: & utrinque demptis 2.878^{'''}, remanet æquatio inter $\frac{105}{23} R$ & 110.135^{'''}. Demum institutâ divisione prodit pretiū 1 R, hoc est ponderis addendi, unciarum $24 \frac{1}{8}$. Huic itaque ponderi additâ gravitatione lateris minoris A C unc. $\frac{29}{46}$ hoc est in millesimis 630^{'''}, erit in C totum pondus unc. 24.755^{'''}; & in B intelligitur gravitas unc. $6 \frac{2}{23}$, hoc est in millesimis unc. 6.130^{'''} ferè. Vides igitur hæc pondera esse reciprocè posita in Ratione distantiarum D B & D C: & quamvis demum in his Rationibus non sibi exactissimè respondeant numeri, satis pa-

ter exiguum hoc discrimen oriri ex neglectis fractionculis.

Cæterum hæc tam minutè persequi in librâ curvâ, cujus latera non adeò notabili gravitate sunt prædita, labor quidem videtur inutilis: sed quoniam hujusmodi libræ præcipuus usus esse potest in machinationibus, ubi latera libræ sunt tigilli crassiores non mediocris gravitatis, operæ pretium fuit indicare, quâ methodo ipsorum laterum gravitates & momenta computari oporteat, ut non casu, sed ex certâ ratione pondera collocentur, & æquipondia statuuntur.

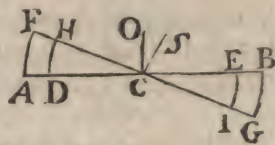
CAPUT VI.

Quanam libræ sint omnium exactissima.

INstrumenti cujusque bonitas æstimatur ex fine, ad quem fuit institutum, prout ad illum assequendum aptum fuerit, aut ineptum, eoque melius censetur instrumentum, quò certius per illud propositus finis obtinetur; quemadmodum per singula eunti facile constabit. Ut igitur exactissimum libræ genus innotescat, satis patet inquirendum esse, quanam libra facillimè ab æquilibrio recedat; quo recessu indicans vel minimam ponderum inæqualitatem, etiam suo æquilibrio exquisitam ponderum æqualitatem ostendit; id quod per libram vestigamus. Hæc autem de librâ æqualium brachiorum sermo est, quâ communiter uti solemus: quamquam aliqua etiam ad libram inæqualium brachiorum proportionem traduci queant. Ex duplici capite libram, quâ libra est, ponderum gravitates præ aliis libris exquisitè examinare contingit, videlicet aut ex brachiorum longitudine, aut ex sparti, seu centri motûs, positione; reliqua enim impedimenta, aut adjumenta materiam potius sequuntur, quàm libræ formam.

Et quidem quod ad brachiorum longitudinem spectat, adeò certum Aristoteli videtur majoribus libris, majori scilicet brachiorum longitudine præditis, accuratiùs examinari ponderum æqualitatem, ut in Mechanicis quæstionibus hoc primum
ab

ab eo quærat, *Cur majores libra exactiores sunt minoribus?* Causam autem ex eo desumendam putat, quod spartum sit centrum, brachia verò quasi lineæ à centro exeuntes; & quia Radij longiores ab eodem centro cum brevioribus exeuntes si pariter moveantur, majorem arcum describunt, propterea etiam citius moveri necesse est extremitatem libræ, quò plus à sparto discesserit. Hinc est in minore librâ posse aliquando ex tenui inæqualitate ponderum fieri motum non conspicuum, atque adeò illam occultè discedere ab æquilibrio; id quod in majore librâ contingere non potest, quia longioris brachij extremitas notabili motu inclinatur. Sit enim libra longior AB, cujus spartum sit C; moveatur, & describat arcus BG, & AF, qui sunt multò magis conspicui & majores, quàm qui à librâ minore DE habente idem motus centrum C, describantur arcus EI & DH. Constat igitur motum puncti E prorsus fugere omnem oculorum aciem, si motus extremitatis B vix sit conspicuus. Ex quo illud etiam consequens est, quod major libra clariùs indicat æquilibrio.



Verùm si hæc ita accipiantur, prout communi huic interpretationi subest Aristoteles, vix aliquid habent momenti: quis enim pondera vix inæqualia balance subtiliter examinans jugi extremitates respicit, ut videat, an lineæ horizonti parallelæ congruat jugum? & non potiùs lingulam CO considerat, an cum ansâ perpendiculari illa conveniat? Quod si lingula attendatur, idem est ejus motus sive longior sit libra AB, sive brevior DE; factâ enim inclinatione aut majore motu BG, aut minore motu EI, eadem est lingulæ positio CS. Hoc tantùm habent emolumenti brachia longiora, quod faciliùs dividuntur bifariam æqualiter quàm breviora: & si minimum aliquod discrimen intercedat, hoc minorem habet Rationem ad brachium longiùs, quàm ad brevius. Quare aliâ ratione accipienda est libra: nam si in uno eodemque puncto C conveniant spartum & jugi divisio, aut spartum sit inferius, sive longiora, sive breviora sint brachia, ponderum inæqualitas illicò innotescit, quia extremitas præponderans, ad imum locum, quantum

tum potest, descendit. Locutus igitur videtur Aristoteles de librâ spartum habente in superiore jugi loco extrâ lineam, quæ jugi longitudinem definit.

Sit iterum libra longior A B, & brevior D E, utraque bifariam divisâ in C; & sit linea lingulæ perpendicularis C K, in

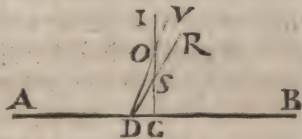


quâ sumatur spartum, seu motus centrum O, & residuum O K sit lingula, ex cujus declinatione à perpendiculo ansæ, dignoscitur sublatum æquilibrium. Sit pondus

A ad pondus B ut 5 ad 3: centrum gravitatis jugi & ponderum commune non potest esse C, quod brachia C A & C B æqualia constituit; sed erit ut pondus A ad pondus B, ita reciprocè longitudo B G ad longitudinem G A, eritque punctum G centrum gravitatis, nec libra consistet, nisi recta G O H fiat perpendicularis horizonti: lingula igitur O K declinabit à perpendiculo ansæ juxta angulum H O K. Eadem pondera transferantur in minorem librâ D E; & si fiat ut pondus D 5 ad pondus E 3, ita E F ad F D, erit F centrum gravitatis libræ D E & ponderum: quare libra non consistet, nisi recta F O I sit horizonti perpendicularis, & tunc à perpendiculo declinabit lingula O K juxta angulum I O K. Quoniam verò est ut 4 ad 1, ita A C ad C G, ita D C ad C F, & A C major est quàm D C, erit etiam ex 14 lib. 5. G C major quàm F C; igitur angulus C O F minor est angulo C O G, pars minor toto; ac proinde ad verticem angulus K O I minor est angulo K O H. Positis igitur ponderibus iisdem in librâ longioris A B extremitatibus, declinabit lingula à perpendiculo, cum eo constituens angulum majorem, quàm sit angulus ab eadem lingulâ constitutus cum perpendiculo, quando pondera illa inæqualia adnectuntur libræ breviori D E. Hinc est quòd si inæqualitas ponderum exigua sit, centrum gravitatis in utrâque librâ non multum recedat à puncto C, parum in majore, minimum in minore, ac proinde lingulæ deflexio fortasse inobservabilis erit in minore librâ, quæ in majore evadet notabilis atque conspicua. Hinc etiam patet, cur extremitas A descendens magis moveatur, quàm extremitas D minoris libræ; quia scilicet angulus O G A, per 16. lib. 1. major est quàm angulus

angulus OFD , ac propterea ubi OG facta sit perpendicularis, linea AG cum illâ faciens obtusorem angulum, magis deprimetur infrâ lineam AB horizontalem.

Sed jam inquirendum est, utrū expediat centrum motūs magis distare à lineâ jugi, an verò illi propiūs admo-
verī, ut clariūs innotescat recessus jugi ab æquilibrio horizontali : illa quippe sparti positio eligenda est, quæ etiam minimum motum indicet notabili lingulæ declinatione. Dico itaque spartum lineæ jugi proximum utilius esse, quàm remotum. Sit enim libra *AB* bifariam in *C* di-



visâ, & ex hoc puncto exeat perpendicularis C I; in quâ pro centro motûs eligatur punctum S; ponantur verò pondera A & B ita esse inæqualia, ut centrum gravitatis commune sit D. Igitur D S R est linea, quæ facta perpendicularis constituit cum lingulâ S I angulum I S R. Deinde reliquis omnibus manentibus, sit centrum motûs O remotius à lineâ jugi, & linea D O V facta perpendicularis declinabit à lingulâ O I juxta angulum I O V, quem constat esse minorem angulo I S R; nam angulus D S C externus major est interno D O S, per 16. lib. i. est autem huic ad verticem I O V, & illi ad verticem I S R; igitur I S R angulus est major angulo I O V.

Quòd si centrum motùs adhuc propiùs admoveatur medio jugi punctum C, adhuc majorem angulum constituet cum lingu-
lâ, ac propterea adhuc multò notabilior erit deflexio lingu-
læ à perpendiculo, etiam si exiguus sit motus ex eo, quod cen-
trum gravitatis D proximè accedat ad punctum C: est siqui-
dem extrâ controversiam, quò minor est ponderum inæquali-
tas, eò etiam minorem esse puncti D à puncto C distantiam.
Ex quo manifestum evadit exiguam ponderum differentiam
non dignosci, si spartum notabili intervallo recesserit à lineâ ju-
gi; hæc enim sparti distantia habet rationem Radij, distantia
centri gravitatis à medio jugi locum obtinet Tangentis; igitur
si fiat major sparti distantia, eadem Tangens ad majorem Ra-
dium minorem Rationem habebit, atque adeò subtendet mul-
tò acutiorem angulum, qui propterea minùs observari poterit.

N 11

Quare pro eâdem ponderum inæqualitate dignoscendâ, si concurrant minima sparti à jugo distantia, & ob longitudinem majorem brachiorum libræ major centri gravitatis distantia à medio jugi puncto, patet multò faciliùs dignosci inæqualia esse pondera, quia majore angulo linea deflectit à perpendiculo; & posito minimo Radio Tangens major angulo majori opponitur.

Hæc quidem de librâ spartum habente suprâ lineam jugi dicta accommodari possunt libræ spartum habenti infrâ jugi lineam, si eadem schemata inverso situ posita intelligantur: quò enim majore angulo deflectit à perpendiculo linea jungens gravitatis centrum, & centrum motûs, eò faciliùs brachium, in quo est gravitatis centrum, inclinatur. Verùm si duplex hæc libræ species, quæ suprâ, & quæ infrâ jugi lineam spartum habet, invicem comparetur, satis apertum est multò faciliùs à posteriore hâc specie indicari ponderum inæqualitatem; quia videlicet si centrum gravitatis in alterutram partem vel minimum recedat à medio jugi, non ampliùs imminet sparto in eodem perpendiculo, neque potest sustineri, sed illicò, quantum potest ad imum locum descendit. At in priore illâ specie libræ spartum in superiore loco habentis, recedente in alterutram partem centro gravitatis, descendit illud quidem; sed non nisi pro ratione excessûs ponderis; qui descensus inobservabilis erit, si exigua sit ponderum differentia. Hinc non semel animadverti accuratissimas bilances, quibus aurearum monetarum pondera examinantur, eas esse, quæ spartum in inferiore loco habent; lanx enim, quæ pondere prægravatur, ad imum, quantum potest descendit: factâ autem libræ conversione ita, ut ansa inferiùs sustentata libram sustineat, iisdemque ponderibus impositis, lanx prægravata non descendit ad imum locum; sed manet libra in obliquâ positione, quæ ponderum inæqualitati congruè respondet; & si ea sit ponderum inæqualitas, quæ omnem observantis subtilitatem effugiat, videtur libra in æquilibrio horizontali posita, cum tamen in priore situ, antequam libra inverteretur, non posset in ullo æquilibrio consistere.

Non ita tamen hæc dicta intelligi velim, ut nulla sit habenda ratio materiæ, ex qua libra constat; hæc siquidem tantæ gravitatis esse potest, ut axem vehementiùs premens motum aliquatenus impediat, ac propterea levis illa virtus effectiva motûs,

qui

qui ponderum adnectorum inæqualitatem cæteroqui consequeretur, ex hâc pressione, & prominularum particularum se vicissim contingentium conflictu elidatur, atque jugi æquilibrium horizontale permaneat. Gravitatem autem motui impedimento esse ex eo constat, *quòd facilius quando sine pondere est, movetur libra, quàm cum pondus habet*, ut observavit Aristoteles 9. 10. Mechan. Cui tamen in assignandâ hujus difficultatis causâ non aquiesco, licet ultrò concedam *in contrarium ei, ad quod vergit onus, movere difficile esse*; si enim libræ vacuæ lances minùs graves sunt; imposito autem pondere fiunt graviores, & propterea lanx elevanda facta gravior difficiliùs movetur contra insitam gravitati propensionem, etiam vicissim lanx deprimenda facta gravior ex adnexo pondere faciliùs obsecundat naturali gravium propensioni, atque adeò augere deberet movendi facilitatem, vel saltem hanc imminui non permitteret. Non aliunde igitur ortum ducere videtur hujusmodi difficultas movendi libram onustam, quàm ex majore prementis gravitatis conatu: pressione autem motum impediri quis neget, si super planam superficiem continuo lævore lubricam ducat regulam metallicam exquisitè politam, quam nunc tenui, nunc validiori conatu premat? utique percipiet pro vario prementis conatu aliam atque aliam esse trahendæ regulæ metallicæ difficultatem.

Adde graviori libræ crassiore axem, ut ei proportionè respondeat, necessariò adjungi; hic autem si non sit exquisitè cylindricus, quâ parte fit contactus, sed aliquatenùs angulatus duobus in locis contingat, satis manifestè apparet magis impediri motum libræ, quàm si axis tenuior esset, atque subtilior; licet enim hic pariter similique ratione angulatus esset, quia tamen anguli minùs distarent invicem, quàm in axe crassiore, minùs etiam libræ conversionem impedirent. Idem accidit, si axis quidem cylindricus, foramen autem, cui axis inseritur, non exquisitè rotundum sed angulatum fuerit. Cur autem libræ conversio impediatur, si fiat contactus in duobus punctis, palàm est; quia nimirum quamdiu centrum gravitatis compositæ interjicitur inter duos illos contactus (vel saltem linea directionis per illud centrum ducta transit per intervallum illud duorum contactuum) non potest fieri libræ in alterutram partem

couversio; quæ proinde ut convertatur, tantum ponderis alteri lanci addi necesse est, ut centrum gravitatis omnino cadat extra illud spatium, quod à contactibus comprehenditur.

Hinc patet, cur libræ crassiores, & majores ingentibus sarcinis onustæ inertes fiant ad motum, etiam si adnexis ponderibus insit aliquot unciarum, aliquando fortasse etiam librarum, disparitas. Contrà verò aurificibus, & gemmariis, quibus minutias contemnere damno esset; valde exiguæ libræ in usu sunt; quippè quæ subtilissimo axe contentæ sunt, & levi jugo constant, cujus gravitati æqualis est singularum lancium gravitas: quare cum nec vehemens pressio contingat, nec axis adeò tenuis faciliè angulos admittat, exilioribus hujusmodi libris etiam minima ponderum inæqualitas exploratur, si ceteroqui fuerint ritè constructæ.

At quærat hîc quispiam. Proponitur libra, quæ vacua æquilibrium ostendit, nec ita gravis est, ut de validiore axis pressione dubitetur: ut inquiratur, quàm faciliè mobilis illa sit, alteri lanci singula subinde grana delicatè imponuntur, quot fati sint ad primò tollendum æquilibrium, tùm aliâ librâ tenuiori examinatum granorum omnium pondus (rejectione ultimo grano, cujus additione primò facta est libræ inclinatio) deprehenditur uncia unius, exempli gratiâ. Quæritur, an, si eidem lanci imponantur merces, & oppositæ lanci legitima pondera, sit semper numeranda uncia una amplius, ut verum mercis pondus habeatur; quandoquidem deprehensum est non mutari æquilibrium, nisi uncia addatur.

Ut quæstioni satisfaciam, tanquam certum statuamus hanc libræ inertiam non oriri ex multâ jugi & lancium gravitate axem premente; si enim ex hujusmodi pressione oriretur, additis hinc & hinc ponderibus multò major fieret pressio, ex quâ movendi difficultas major crearetur; & si minorem pressionem vix unius uncia excessus vincit, utique majorem pressionem non nisi plurium unciarum excessus vincere poterit. Definire autem hujusmodi pressionum vires motum libræ retardantes, meæ tenuitatis non est; quippè qui nec divinare audeo, nec certam rationem pressionem illas dimetiendi invenio. Illud igitur reliquum est, seclusâ pressione, quod axis contractus non omnino in unico puncto, sed in pluribus fiat, ac
propterea

propterea alterutri vacuæ libræ lanci imponendam unciam, ut primò disposita sit libra ad recedendum ab æquilibrio. Hoc autem indicat, libræ prorsus vacuæ centrum gravitatis esse inter extrema puncta contactûs axis; sed additâ unciâ compositæ gravitatis centrum convenire cum extremo puncto contactûs axis.

Quærendum est igitur, quo intervallo extremum hoc punctum, quod etiam est gravitatis centrum, distet à medio jugi puncto. Id quod ut innotescat, observetur jugi & lancium gravitas; tùm in extremitatibus jugi intelligatur semissis singulorum brachiorum, & addatur singularum lancium gravitas: sint autem hinc & hinc ex. gr. unciæ duodecim totâ gravitas: alteri addatur uncia, & erunt hinc quidem unciæ 12; hinc verò unciæ 13. Quare jugum reciprocè distinguatur in duas partes, quarum altera sit 13; altera 12: igitur punctum hoc divisionis jugi distat à medio jugi puncto parte unâ quinquagesimâ totius longitudinis ejusdem jugi: hæc siquidem longitudo distincta intelligitur in partes 25 æquales; punctum medium ab extremitate distat partibus 12 $\frac{1}{2}$, centrum gravitatis compositæ distat partibus 12; igitur punctorum istorum intervallum est $\frac{1}{50}$.

Jam imponatur alteri lanci merx, quæ cum pondere legitimo lib. 2. faciat æquilibrium: aio non posse pronunciarî mercem esse unc. 25: nam si ponatur merx unc. 25: additâ gravitate lancis & brachij unc. 12 ex hypothese, hinc quidem essent unciæ 37, hinc verò unciæ 36; igitur diviso jugo in partes 73, centrum gravitatis distaret à medio jugi puncto parte $\frac{1}{146}$. At punctum extremum contactûs axis & jugi distat parte $\frac{1}{50}$, igitur multo majus pondus supra unciam addendum est merci, ut æquilibrium exquisitè faciat cum pondere legitimo lib. 2. Nimirum instituenda est analogia ut 12 ad 13, ita unciæ 36 ad uncias 39; dempto igitur pondere lancis & brachij libræ, quantitas mercis est unc. 27. Ex quo liquet, quò majora pondera lancibus imponuntur, eò majorem esse differentiam à pondere legitimo. Hinc ulterius patet hujusmodi librâ satius esse multam mercem simul ponderare, quàm per partes: pone enim esse uncias 12 legitimi ponderis, cum quo

N n 3

æquilibrium constituitur, merx erit unicarum 14, quia ut 12 ad 13, ita unc. 24 ad 26, & demptis uncis 12 ad brachium & lancem spectantibus, remanent mercis uncia 14: quare bis factâ ponderatione erit differentia unc. 4; unica autem ponderatio dabat tantum uncias 3: quia videlicet singulis vicibus additur id, quod respondet gravitati lancis oppositæ; atque adeo differentia sæpius repetita major est, quam simplex: sic quatuor libris ponderis legitimi responderent in alterâ lance mercis lib. 4. unc. 5; quod si quatuor vicibus operando singulas libras expendisses, differentia demum esset unciarum 8.

Unum adhuc superesse videtur hîc observandum, quoniam longioribus brachiis exquisitiùs indicari æquilibrium diximus: cavendum scilicet, ne in aliud incommodum incidamus, quo illud idem pereat, quod persequimur. Si enim longiora fiant brachia, additur gravitas, quæ magis axem premens motui aliquam difficultatem creat: quod si retentâ eadem brachiorum gravitate illorum crassities extenuetur, & in longitudinem extendantur, vide ne nimis exilia evadant ita, ut flexioni obnoxia sint, vel suâ ipsorum, vel expendendorum ponderum gravitate. Præterquam quod longiora brachia plus habere videntur momenti ad premendum axem, etiam si par sit longiorum atque breviorum libræ brachiorum gravitas absoluta; cujus semmissis in extremitate brachij longioris plus habet momenti ad descendendum, quam in extremitate brevioris. Et si longior hasta ex medio suspensa facilius sponte suâ flexitur circa medium (id quod breviori non accidit) indicio est obicem retinentem magis premi; idem igitur & axi libræ contingere potest, cujus pressio major esse videtur ex longioribus brachiis, etiam si in cæteris nullum intercedat discrimen. Sic Aristoteles quærit quæst. 17. *Mechan.* *Cur si valde procerum fuerit idem pondus, difficilins super humeros gestatur, etiam si medium quispiam illud ferat, quam si brevius sit?* cujus difficultatis causam ille tribuit validiori vibrationi extremitatum magis distantium ab humero sustinente: sed hoc non nisi in motu contingit, & cum flexile est pondus, cujusmodi esset longior hasta aut bractea ferrea mediocris crassitie. Certè longiori columnæ marmoreæ jacenti, cujus medio recens fulcrum subjectum fuit, jam putrescentibus extremis fulcris, sua longitudo obfuit, ut frangeretur:

retur: id quod æqualis ponderis columnæ breviori ex graviore secundum speciem marmore non ita facile accidisset: non nisi quia gravitas magis à fulcro distans plus habet momenti, etiam si non contingat vibratio corporis, quemadmodum in motu.

Illud postremò non omittendum, quod ad lingulam pertinet, hanc enim longiusculam esse præstat, quàm brevem, ut vel levi inclinatione libræ, apex lingulæ magis conspicuo motu extra ansam ad latus secedat, & sublatum æquilibrium indicet. Dum tamen lingulæ longitudinem affectas, cavendum, ne illa momentum addat suâ gravitate brachio, quod inclinatur; quamvis enim hoc nihil referat, ubi sublatum horizontale æquilibrium indicatur; in librâ tamen, quæ in æquilibrio obliquo potest consistere, videretur indicare majorem ponderum inæqualitatem, quàm revera sit. Cæterum communiter libræ hoc periculo vacant; sola enim ponderum æqualitas horizontali æquilibrio inquiritur, non ponderum Ratio obliquo æquilibrio investiganda proponitur: quare communiter nil de lingulæ gravitate timendum est, quod nos sollicitos habeat.

Quare præter exquisitam brachiorum æqualitatem, & accuratam lingulæ cum ipso jugo positionem ad angulos rectos, ad libram exactissimam constituendam concurrunt brachiorum & lingulæ longitudo, jugi & lancium modica gravitas, axis subtilitas, sparti & jugi quàm maxima propinquitas, & ipsius sparti infra jugi lineam positio. Quæ tamen omnia cum rectâ ratione sunt administranda, ut ponderibus examinandis proportionem respondeant libræ partes; majoribus enim sarcinis validior axis, & crassiora libræ brachia conveniunt; & sic de reliquis.

CAPUT VII.

Libra dolosa vitia reteguntur.

Libram dolosam voco, quæ solitariè accepta sinè ponderibus justa apparet, & æquilibrium ostentat, re tamen verâ injusta est, quia adnexis ponderibus suo æquilibrio non tribuit æqualita

æqualitatem, vel quia ponderum æqualitatem non indicat vero æquilibrio. Quare nullus mihi sermo de iniquorum venditorum sycophantiis, quibus, justam licet libram adhibentes, rudem ac simplicem emptorem circumveniunt, aut imprimendo impetum sursum brachio, cui legitimum pondus adnectitur, ut merx præponderare videatur, aut ponderibus iniquis & justo minoribus utendo, aut subjectam mensam, cui lanx mercis incumbit, materiâ aliquatenus tenaci illinendo, ut sublatâ in aërem librâ prius attollatur lanx ponderis quàm mercis, quæ omnino præponderans apparet, si libra spartum habeat infra jugum, aut similes imposturas excogitando: sed de illis tantum deceptionibus agendum, quæ ex ipsius libræ constructione, aut positione ortum habere possunt.

Et primò quidem se offert dolus, cujus meminit Aristoteles quæst. 1. *Mechan.* familiaris eo tempore vendentibus purpuram, & ea, quorum modica quantitas pretium exigebat non contemnendum: hi enim librâ utebantur, quæ brachiis non omnino paribus constabat, ita tamen, ut hæc inæqualitas non se oculis statim proderet. Ut autem lateret dolus, scapum seu jugum libræ ex ligno construebant, cujus partes omnes non eandem specificam gravitatem obtinerent, quamvis nulla secundum molem diversitas intuenti occurreret: quia enim nodi, & partes radici propiores, ut potè magis densæ, graviores sunt, quàm reliquæ partes à radice remotiores & nodis carentes, partem illam graviolem breviori brachio tribuebant, vel si materia planè uniusmodi esset, & æquabili gravitate prædita, breviori brachio aliquid plumbi infundebant, ut materiæ gravitate momentum, quod ratione positionis deerat, supplente, appareret æquilibrio lancium in vacuâ librâ. Sed ubi demum merx lanci longioris brachij imponebatur, hæc erat justo minor, quamvis cum opposito pondere esset æquilibris; non enim erat illi æqualis, sed in Ratione reciproca longitudinis brachij minoris ad longitudinem majoris. Hûc spectat inæqualitas brachiorum orta ex eo, quod jugi ferrei pars altera ex validiore, & diuturniore percussione mallei facta densior, etiam gravior est; nam puncto longitudinem jugi bifariam dividenti non respondet centrum gravitatis; sed recedit à medio versùs extremitatem densiorem; atque graviolem; ac propterea, ut æquilibrum

brium appareat, centrum motûs inæqualiter dividit longitudinem jugi. Similiter si jugi quidem materia æquabiliter sit gravis, sed brachiorum inæqualitatem suppleat lancium gravitas reciprocè inæqualis; æquilibris erit libra vacua; sed damno emptoris merx longiori brachij adnectitur. Quare ut pateat dolus, factò æquilibrio inter mercem ac pondus, statim commuta lances, & pondus majus ex longiore brachio multò plus habebit momenti, quàm merx ex brachio brevior: idcirco, si ex pondere dematur, quantum satis sit ad æquilibrum cum merce iterum statuendum, plus mercis habebit emptor, quàm pro oppositi ponderis mensurâ.

Secundò sit jugi materia planè æquabilis, & ab axe jugum dividatur omnino bifariam: sed puncta contactuum annulorum, ex quibus pendent lances, non æqualiter distent à medio: etiamsi lancis propioris gravitas suppleat momentum, quod deest ratione sitûs, & æquilibris appareat libra vacua, non tamen æqualia pondera lancibus imposita constituent æquilibrum, sed illud gravius apparebit, quod ex distantia majore appendetur: & si pondera æquilibrum faciant, inæqualia erunt reciprocè juxtâ Rationem inæqualitatis distantiarum à medio. Similiter igitur factò ponderum æquilibrum, lances commuta, & quidem si post commutationem iterum æquilibrum fiat, justa est libra, secùs verò si alterum gravius appareat, quod priùs æquale videbatur.

At quæris, quâ methodo possis deprehendere, quanta sit brachiorum inæqualitas, quando quidem non habetur æquilibrum post factam lancium commutationem, & planè ignoratur, quanta sit mercis gravitas. Ut quæstioni satisfaciam, accipio legitima pondera, & primùm factò æquilibrum observo legitimi ponderis quantitatem: Commuto deinde lances, & cum non fiat æquilibrum cum eadem merce, tantum accipio legitimi ponderis, quantum requiritur ad æquilibrum. Demum inter hæc duo pondera legitima invenio terminum medio loco proportionalem, & hoc est mercis pondus, quod collatum cum alterutro ex legitimis ponderibus dat reciprocè longitudinis brachiorum Rationem. Hanc methodum esse certam patet, quia cum bis fiat æquilibrum, bis inter pondera est eadem Ratio reciproca brachiorum. Sint brachia, quæ brevitatis gratia

O o

vocemus R & S ; igitur ut R ad S ita primum pondus legitimum in S ad mercem in R : & factâ commutatione ponitur merx in S , & iterum fit ut R ad S , ita reciprocè merx eadem in S ad secundum pondus legitimum in R : igitur , per 11. lib. 5. ut primum pondus ad mercem , ita merx ad secundum pondus : sunt autem nota duo pondera legitima ; igitur & innotescit mercis gravitas : quæ si comparetur ut consequens terminus cum primo pondere , aut ut Antecedens cum secundo pondere , habebitur Ratio R ad S. Sit itaque ex. gr. in primo æquilibrio primum pondus legitimum unc. 72 , in secundo æquilibrio secundum pondus legitimum sit unc. $69\frac{18}{100}$. Est ergo merx medio loco proportionalis unc. $70\frac{576}{1000}$; ac propterea R ad S est ut 72 ad $70\frac{576}{1000}$, aut ut $70\frac{576}{1000}$ ad $69\frac{18}{100}$, hoc est ut 4500 ad 4411. Sit demum totius jugi longitudo distincta in partes 200 : addantur termini Rationis inventæ , & fiat ut 8911 ad 4411 ita 200 ad 99 , & hæc est longitudo brachij brevioris , erit autem longioris brachij longitudo partium 101 : distat ergo spatium à puncto medio per unam ducentessimam partem totius jugi. Quod si res subtilissimè ad calculos revocanda esset , hujus ducentessimæ partis gravitas , quæ est semissis gravitatis differentię brachiorum esset computanda , atque subducenda , vel addenda , ut mercis pondus exquisitè innotescat.

Tertiò. Accidere potest lingulam ex medio libræ scapo assurgere ad angulos rectos , lineamque lingulæ transeuntem per centrum motus ita occurrere lineæ jungenti puncta , ex quibus lances pendent , ut eam bifariam æqualiter dividat , in eam tamen ad angulos inæquales cadat. Aio nec brachia esse verè æqualia , nec lingulam , quamvis ansæ congruens videatur , indicare æquilibrium horizontale , esse veram lingulam , etiamsi pondera in eo æquilibrio consistentia sint æqualia , & non in Ratione brachiorum.

Sit scapus libræ A B , ex quo perpendicularis assurgat lingula



CD , & ex D per O centrum motus ducta recta linea occurrat lineæ S V jungenti extrema puncta , ex quibus lances pendent , eamque bifariam dividat in 1 : sed quoniam punctum S est paulò altius quam

quàm punctum V, fiat angulus SIO minor, & VIO major. Dico lineam SV esse quidem jugum, sed brachia non esse æqualia, non enim sunt IS & IV: quandoquidem ductis rectis OS & OV, est libra curva SOV latera habens inæqualia, SO minus, & VO majus. Nam in triangulis SIO, VIO latus IS ex hypothesi est æquale lateri IV, latus IO commune est, angulus SIO est ex hypothesi minor, quàm angulus VIO; ergo per 24. lib. 1. basis SO minor est basi VO. Igitur ex O perpendicularis linea cadens in jugum SV dividit illud in brachia inæqualia, & perpendiculum ex O cadit inter S & I, puta in H, quia ex hypothesi angulus SIO est acutus. Vera igitur lingula non est ID, sed linea, quæ ad angulos rectos insitens jugo SV ex H per O ducitur. Quare si CD congruit ansæ perpendicularis horizonti, jugum SV non est horizonti parallelum, non est igitur æquilibrium horizontale, sed obliquum: quia tamen est I centrum commune gravitatis ponderum æqualium in S & V, ac per illud transit perpendiculum ex O cadens in horizontem, propterea possunt esse pondera æqualia, & æquilibrium ostendere, quod modicâ obliquitate inclinatam mentiatur æquilibrium horizontale. At si alia fieret hypothesi, scilicet lineam jugi SV non dividi æqualiter, pondera non essent æqualia, sed essent reciprocè in Ratione motuum, quos perficere possent extremitates S & V, juxta superius dicta cap. 4 hujus lib. 3.

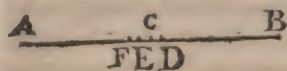
Vitium igitur hujus libræ non in eo consistit, quòd pondera non sint æqualia, sed quòd indicet æquilibrium horizontale, cum sit obliquum, & pondera æqualia nunquam possint ad æquilibrium horizontale devenire; ut enim hoc fieret, pondera esse oporteret inæqualia reciprocè in Ratione brachiorum SH & HV. Quòd si contingat punctum O centrum motus, esse idem cum puncto I, pondera æqualia verè habebunt æquilibrium horizontale; sed lingula CD declinabit ab ansâ, quasi æquilibrium non esset. Libræ hujusmodi vitium deprehendi non potest ponderum commutatione in lancibus; quia cùm æqualia ex hypothesi sint pondera, eadem utrobique habent momenta, servant quippe eandem distantiam, & æqualiter sunt ad motum disposita. Rarò tamen contingeret jugum SV planè æqualiter dividi à lineâ lingulæ ad angulos obliquos in-

cidente, quæ tamen ad scapum perpendicularis appareat: propterea factâ ponderum in lancibus commutatione prodet se momentorum inæqualitas.

Quartò. Libra, quam diutissimè justam expertus es, potest momento à suâ justitiâ deficere, si vel modicum inflectatur alterutrum brachiorum, vel si utrumque non æqualiter flectatur; hinc enim oritur brachiorum inæqualitas; quam deprehendes commutatis ponderibus in utrâque lance; quæ scilicet æquilibrium constituebant propter reciprocam Rationem brachiorum, quibus adnectebantur, non ampliùs eandem servant in aliâ positione Rationem.

Quintò. Axis, qui duobus in punctis contingat (scio contactum fieri in linea; sed puncta assumo in ipsis lineis, per quæ transit planum perpendiculare ad horizontem, in quo est linea jugi) vel quia ipse est angulatus, vel quia foramen, cui inseritur, non exquisitè rotundum, quâ saltem parte fit contactus, libram constituit dolosam: quia videlicet duo illa puncta axis perinde se habent, ac si duo essent centra motûs. Manifestum est autem eandem jugi lineam non posse in duobus punctis æqualiter dividi. Tripliciter potest hoc fieri. Primò unum ex his punctis potest exactè respondere medio jugi; secundò potest utrumque hoc punctum æqualiter à medio jugi distare; Tertio possunt ab eodem medio hinc & hinc inæqualiter distare.

Sit linea jugi AB , cujus medium C : puncta contactuum axis, ex quibus ad jugum ducitur perpendicularis, ea sint primò, ut respondeant in jugo punctis



C & D . Si lanci in B imponatur legitimum pondus, tùm in A ponatur merx usque ad æquilibrium, à quo proximè recederet, si aliquid am-

plius mercis adderetur, fiet æqualitas, quia ex C puncto æqualiter ab extremitatibus distante fit suspensio libræ. At si positâ primùm merce in A , deinde legitima pondera addantur in B , utique plura pondera, quàm par sit, addentur: quia videlicet non inclinabitur libra infrà B , nisi ponderum ad mercem Ratio excedat Rationem reciprocam brachiorum AD ad DB ; est enim D quasi centrum motûs.

Deinde

Deinde puncta illa contactuum axis possunt respondere jugi punctis E & D æqualiter à medio C distantibus: & tunc, ut tollatur æquilibrium, necesse est tantum ponderis uni lanci addere, ut pondera sint in majori Ratione, quàm sit Ratio reci. proca brachiorum; erit si quidem extremitas A proxime disposita, ut factò additamento gravitatis inclinetur, si fuerit ut B E ad E A, ita pondus in A ad pondus in B; & vicissim extremitas B erit proximè disposita, ut auctâ gravitate inclinetur, si ut A D ad D B ita pondus in B ad pondus in A. Quia autem ex hypothesi D C & E C æquales sunt, etiam residua E A & D B æqualia sunt, item A D & B E: quapropter ut A D ad D B, ita B E ad E A; ex quo consequens est ex solâ lancium commutatione (si centrum motûs modò sit D, modò sit E) non posse dignosci hoc libræ vitium, sicut dignosceretur in primo casu, si ut A D ad D B, ita pondus in B ad pondus in A; factâ enim lancium commutatione, pondus ex B in A translatum præponderaret ex centro motûs C, cum tamen in priori positione circa centrum motûs D non tolleretur æquilibrium.

Similiter in tertio casu, quando puncta contactuum axis essent F & D à medio C inæqualiter distantia, & ut A F ad F B, ita pondus in B ad pondus in A daret æquilibrium; factâ ponderum in lancibus commutatione non maneret æquilibrium, quia pondus translatum in B ad pondus translatum in A post hanc commutationem adhuc esset ut B F ad F A; sed ad æquilibrium circa D centrum motûs deberet esse ut A D ad D B, est autem B F prima major, quàm A D tertia, & F A secunda minor est, quàm D B quarta; igitur est major Ratio B F ad F A, quàm A D ad D B: igitur pondus, quod prius erat in B, translatum in A impar est ad æquilibrium constituendum.

Ad dignoscendum, an libra hoc vitio laboret, uti poteris hac methodo. Lancibus impone pondera, ut fiat æquilibrium: tùm lances commuta; & si quidem iterum fiat æquilibrium, adde alteri lanci aliquid ponderis, à quo si libra inclinetur, aufer additum pondus, & oppositæ lanci impone; quæ si persistat non inclinata, adde adhuc pondus, quantum ferre potest citrà inclinationem: iterum commutatis lancibus, nullo pacto manere æquilibrium videbis, & indicio erit contactum axis fieri in duobus punctis, quorum alterum respondet medio jugi siqui-

dem in primâ lancium commutatione mansit æquilibrium ; & est primus casus. Quod si factò æquilibrium, alterutri lancium addas pondus, & æquilibrium maneat, adde quantum satis est, ut libra sit proximè inclinanda in eam partem, si adhuc pondus adderetur, tùm oppositæ lanci similiter additum pondus si non tollat æquilibrium, indicat inter puncta contactuum axis esse medium punctum C, quod bifariam dividit jugum : & videbis posse sine fine alternis additamentis augeri pendera singularum lancium, quia commune centrum gravitatis modò migrat ad unum punctum contactus, modò ad aliud extremum. Sed ad internoscendum, utrùm puncta hæc æqualiter, an inæqualiter à puncto C medio distent, observa additamenta illa, æqualia ne sint : an inæqualia ? Nam ut centrum gravitatis migret ex D in E, & iterum ex E in D, æqualia addenda sunt primum in B, deinde in A, pondera. At ut migret gravitatis centrum ex D in F, plus addendum est ponderis in A, quàm addatur in B, ut migret ex F in D ; quia scilicet B magis distat à D centro motus, quàm A distet ab F centro motus : igitur plus ponderis addendum est in A, ut habeat momentum æquale momento ponderis additi in B. Hoc vitium minoribus libris, quarum exilis est axis, non facile inerit ; majores libræ, quæ crassiori axe indigent, illi obnoxie esse possunt, nisi artificis industria in eo ex poliando sollicita fuerit. Sed quid si axis, quâ parte contingit, in angulum simplicem desinat, non tamen in eum cadat perpendicularis linea lingulæ, quæ jugum bifariam dividit ? Jam constat à centro motus dividi jugum in brachia inæqualia, ac propterea æquilibrium horizontale esse non posse, inter pondera verè æqualia.

Sextò. Si libra exactissimè habens brachia æqualia, & lingulam perpendicularem, & lances æquales, & funiculorum pondera æqualia, habeat tamen funiculum alterum altero longiorem, incumbatque plano horizontali, impositis æqualibus ponderibus non apparebit æquilibrium, si centrum motus fuerit in medio jugi puncto, vel infra illud ; sed ad illam partem inclinabitur, quæ breviorum funiculum habuerit. Hoc ideo accidit, quia libram attollens extendit breviorum funiculum longiori adhuc languescente, ac proinde pondus huic lanci-impositum non resistit sursum trahenti, nisi cum funiculus iste fuerit

fuerit extentus : quare libræ jugum ex hâc parte ascendit sine resistentiâ, dum ex alterâ, quæ funiculum habet breviorē, invenit resistentiam ; atque alterâ extremitate manente, alterâ ascendente, jugum inclinatur, extento demùm utroque funiculo lanx utraque attollitur. Sed quia ex hypothēsi omnia sunt æqualia, vel remanet jugum in eâdem positione inclinatum, si punctum libræ brachia determinans congruat centro motûs, vel pars inclinata ulteriùs descendit, si spartum sit inferiùs positum.

Hinc pondera apparent inæqualia, quanivis verè æqualia sint ; & non rarò accidit monetas aliquas aureas tanquam leves rejici, quamvis reverâ sint justæ & legitimi ponderis ; quia lancis, cui imponuntur, funiculus longior est, & librâ ad hanc partem, in quâ est pondus, inclinatur ; ideòque tribuitur monetæ levitas, quia libra vacua in aëre suspensa justissima apparet. Vicissim igitur potest fieri, ut moneta levis appareat præponderans, in librâ spartum inferiùs habentē, si moneta levis fuerit imposita lanci, cujus funiculus brevior est ; factâ scilicet jam jugi ad hanc partem inclinatione, cum postea lanx utraque à plano separatur, legitimum pondus, quod gravius quidem est, non potest descendere, nisi attollat oppositam lancem, cujus ascendentis motus major esse deberet motu legitimi ponderis descendentis ; ac propterea nisi sit major Ratio ponderis ad monetam, quàm motûs monetæ ascendentis ad motum ponderis descendentis, moneta videbitur præponderans : & tantisper latebit dolus, dum facta fuerit in lancibus ponderis, & monetæ commutatio : appatebit siquidem levius id, quod in lance pendet ex funiculo longiore. Quòd si libra hujusmodi funiculis inæqualibus instructa spartum haberet in loco superiore, initio quidem imposita æqualia pondera apparerent inæqualia, quia non viderentur æquilibria, sed demùm se libra in æquilibrio constitueret, si verè omnia æqualia sint, ut fert hypothēsis. At si, ut non paucis venditoribus vulgare est, ita libra sit constituta, ut lanx altera, cui legitimum pondus imponitur juxta quæsitam mercis quantitatem, subjecto plano insistat, altera merci destinata in aëre pendeat, lingulâ ansæ congruente, quæ æquilibrium ostendit ; sit verò funiculus lancis plano incumbentis fortasse non satis extentus (quia ita con-

textus,

textus, ut majore vi extendatur, quâ cessante se iterum contrahat) merx videbitur præponderans, etiamsi non sit major legitimo pondere; quia deorium suâ gravitate connitens, dum pondus ex alterâ parte resistit, inclinat lingulam, & oppositæ lancis funiculum extendit.

Septimò. Ex ipso plano, cui libra incumbit, antequam attollatur, oriri potest fallacia æqualibus ponderibus inæqualitatem tribuens, etiamsi nullum libræ insit vitium aut ratione inæqualitatis brachiorum, aut ratione lingulæ perperam inclinatæ ad jugum, aut ratione axis angulati, aut ratione funiculorum inæqualium. Nam si planum ab horizonte deflectat, & ad illum inclinetur; cum ad perpendiculum ansa attollitur, funiculi pariter horizonti perpendiculares intelliguntur, & quia æquales sunt, jugum libræ est parallelum plano, ac propterea perpendiculum ansæ ad angulos inæquales incidit tum in jugum libræ, tum in planum inclinatum; lingula igitur, quæ jugo insistit ad angulos rectos, declinat ab ansâ, & sublata in aërem librâ, inclinatur lingula ad depressiorem plani partem, manetque inclinata, quamvis pondera æqualia sint, si centrum motûs & punctum brachia determinans in eodem puncto conveniant; si verò spartum inferius sit, adhuc magis inclinatur, videturque lanx illa omnino præponderans: at si spartum in superiore loco fuerit, libra primùm inclinata, demùm in aëre suspensa ad æquilibrium horizontale veniet.

Octavò. Si contingat ita pondus in lance collocari, ut ipsius ponderis singulare centrum gravitatis non omnino in eodem perpendiculo sit cum puncto jugi, ex quo lanx illa dependet, æquilibrium non indicabit æqualitatem ponderum in utraqûe lance positorum: Nam si linea directionis per hujusmodi centrum gravitatis transiens incurrat in jugi punctum, quod sit centro motûs vicinius, quàm punctum extremum brachij, oppositæ lancis pondus erit minus; sin autem occurrat lineæ jugi (quæ producta intelligitur) remotius à centro motûs, oppositæ lancis pondus erit majus; quia scilicet hæc centri gravitatis ponderis collocatio perinde se habet, atque si brachium illud aut imminutum sit, aut auctum: quapropter etiam pondera æquilibria sunt in Ratione reciproca brachiorum, ut ex sæpius dictis liquet. Hinc si pondus præter opinionem gravius aut le-

vius

vius appareat, ejusque pars maxima extrà lancem extet, illud aliter in lance dispone, ut centro gravitatis ponderis facile immineat punctum jugi, ex quo lanx illa suspenditur; & tunc certior fies, an verè gravitas illa ponderi insit, an verò irrepperit fallacia ex ineptâ ipsius ponderis positione priori. Hoc tamen intellige, quando ex hujusmodi positione sequeretur inæqualis velocitas motuum oppositorum ponderum.

C A P U T VIII.

Statera natura & forma explicatur.

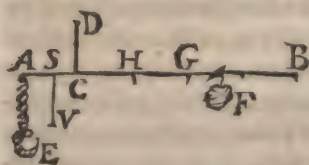
HAtenùs de librâ sermo fuit, in quâ, cum brachia æqualia sint, legitimum pondus est æquale gravitati rei, cujus quantitatem ex gravitate investigamus: & quidem quando exigua, vel etiam mediocria sunt pondera, res commodè hujusmodi balance perficitur; at ubi ingentium sarcinarum quantitas examinanda est, prorsùs incommodum esset opportunas bilances aut habere, aut adhibere: quot enim & quanta pondera parare oporteret, ut centenas aliquot fani libras, seu mercatorios fascies, seu saccos farinæ plenos expenderemus? & ex alio in alium locum si transferenda esset libra cum legitimis ponderibus tantæ gravitatis, nonne opus esset plastro, ut tam ingens onus in destinatum locum transveheretur? Quare Statera excogitata est tanquam libra brachiorum inæqualium, in quâ pondus minus longiori brachio adnexum æqualia habet momenta cum majori pondere, quod ex breviori brachio suspenditur. Sed ne varia pondera in promptu habere cogeremur, quæ longioris brachij extremitati adnecterentur, pro variâ oneris gravitate explorandâ, sapientissimè à majoribus statera constructa est quæ eodem æquipondio modò in majore, modò in minore distantia à centro motûs, æquilibrium constitueret. Ex quo fit stateram eandem vires subire plurimum librarum, prout plura longioris brachij puncta percurrit æquipondium; mutantur siquidem Rationes distantiarum ponderum, manente eadem mercium à sparto distantia, iac

P p

proinde etiam idem æquipondium variam habet Rationem ad merces inæquales.

Sunt autem stateræ partes Jugum, Ansa, Uncus aut lanx, Æquipondium, quod aliis Sacoma, aliis Cursorium dicitur. Jugum est, quod in partes inæquales divisum ab axe, qui Ansa inferitur, definit Rationem ponderum, quæ momentis æqualibus librantur. Ansa est, ex quâ suspenditur statera, ut liberè utramque in partem versetur. Uncus, aut lanx, oneri sustinendo destinatur; quæ enim faciliè molem unam efficiunt, possunt ex Unco suspendi; sed quæ ex pluribus non faciliè in unam molem coeuntibus constant, lance subjectâ recipi oportet. Æquipondium est certæ gravitatis pondus, ex quo oppositæ gravitatis Ratio innotescit.

Sit AB jugum ab axe inæqualiter in C divisum, sitque CA brachium minus, cuius extremitati A catena aut funis adnecti-



tur cum unco aut lance E, & CB brachium majus, cuius longitudinem pro opportunitate percurrit æquipondium F. Ansa respondens lingulæ CD, ipsius axis extremitates recipit, ut faciliè convolvi possit. In minoribus & mediocribus stateris lingula crassiuscula ad-

ditur, quæ ansæ intercapedinem ita impleat, eique congruat, ut tamen nullo partium conflictu impediatur motus; in maioribus & longioribus stateris aliquando lingula omittitur, vel quia spartum est infra rectam lineam jugi, quod non nisi horizontaliter consistit, vel quia si spartum est in superiore loco, non multum à vero pondere aberrare permittit ipsa brachij longitudo, quæ faciliè prodit parallelismum aut inclinationem ad horizontem; mediocris autem error in mercibus, quæ hujusmodi magnis stateris expendantur, neque emptori, neque venditori incommodo est; quapropter in iis subtilitatem scrupulosè persequi inutile est, & ineptum. Quæ in librâ circa Axem, lingulam, Ansam observanda monuimus, stateræ pariter communia sunt, neque hîc iterum inculcanda.

Potissimum, quod in staterâ observandum est, pertinet ad divisionem longioris brachij in minutiores particulas, ut exquisitiùs

sitiùs innotescat Ratio mercis ad æquipondium, quæ denotatur ab incisis in brachio notis indicantibus Rationem brachij longioris ad brevius; est scilicet minoris brachij longitudo transferenda in alterum brachium, quoties fieri potest; & quia hoc longius produci potest infinitè, propterea statera vocari potest libra quasi infinita brachiorum inæqualium. Sic distantia AC translata in brachium CB ex. gr. quater, facit ut pondus in E possit esse quadruplum æquipondij F, si æquipondium sit in extremitate B: quia, ut dictum est de librâ brachiorum inæqualium, ut AC ad CB, ita pondus in B ad pondus in A: & si æquilibrium contingat sacomate existente in G, erit ut AC ad CG ita Sacoma in G ad pondus in E.

Hic animadvertendum est distantiam AC, si sit valdè notabilis, capacem esse multiplicis divisionis, ac propterea æqualem partem HG posse subtiliùs dividi, ut non solum uncias, sed & uncie quadrantes; aut etiam drachmas ostendat, si transitus ex H in G sit nota unius libræ. Verum est in brachio CB hujusmodi majores partes minori brachio æquales non multas esse posse: sed huic malo occurritur in adversâ parte jugi; conversa enim statera aliam habet ansam, puta SV, quæ minùs distat ab extremitate A; hæc autem distantia sæpiùs iterata plures exhibet partes, & factâ suspensione VS, æquipondium in extremitate B positum æquilibratur cum majori pondere, quàm cum ex DC statera suspenditur; est scilicet major Ratio BS ad SA, quàm BC ad CA; nam ad eandem CA, majorem Rationem habet BS major, quàm BC minor, & eadem BS majorem Rationem habet ad SA minorem, quàm ad CA majorem ex 8 lib. 5, manifestum est igitur majorem esse Rationem BS ad SA, quàm BC ad CA. Si igitur pondera sunt reciprocè ut brachiorum longitudines, idem æquipondium in extremitate B positum minorem habet Rationem ad pondus in A, quando brachia sunt BS & SA, quàm cum brachia sunt BC & CA; ac propterea tunc pondus in A est majus.

Verum hætenùs de staterâ perinde locutus sum, ac si nulla illi inesset gravitas; quæ tamen omninò contemnenda non est, quantumvis minuta sit ipsa statera atque exilis, hac enim minorum ponderum gravitatem scrupulosiùs exploramus: ideò autem gravitatem à materiâ mente præcidere satius duxi, ut

statim appareat vis momentorum, quæ pro variâ distantia obtinet æquipondium; prout ad maiorem, aut ad minorem motum comparatè cum motu ponderis in A, est dispositum. Cæterum pondus in A, quod æquilibrium facit cum sacomate F, majus est quàm pro Ratione distantiarum reciproce sumptâ; quia videlicet ipsius brachij longioris gravitas sua habet momenta majora momentis brachij brevioris, ac propterea præter pondus, quod Sacomati responderet, addendum est etiam pondus, quod respondeat excessui momentorum brachij majoris supra momenta brachij minoris. Cum itaque ex dictis cap. 1. hujus lib. momenta brachiorum singulorum perinde se habeant, atque si semissis gravitatis singulorum esset in extremitatibus, posito jugo æquabilis crassitie, si nota sit totius jugi gravitas, & brachiorum Ratio, singulorum quoque gravitas innotescit; cujus semissis per sibi congruum terminum Rationis ductus exhibet singulorum momenta. Sit AB jugum lib. 5. unc. 10, hoc est omnino unc. 70: Ratio AC ad CB sit ut 2 ad 5; igitur gravitas AC est unc. 20, & CB unc. 50: semissis AC unc. 10 ductus per 2 (qui est terminus Rationis illi congruens) dat momentum 20: semissis CB unc. 25 ductus per 5, dat momentum 125: differentia momentorum est 105 dividenda per terminum Rationis congruum distantie AC, videlicet per 2: Quare ut fiat æquilibrium cum solâ gravitate brachij longioris, addendæ sunt extremitati A uncie $52\frac{1}{2}$: igitur addito semisse gravitatis AC, intelliguntur in A uncie $62\frac{1}{2}$; & in B uncie 25: sunt autem $62\frac{1}{2}$ ad 25, ut 5 ad 2, quæ est Ratio reciproca brachiorum. Quare si jugum AB æquabile sit, ut fert hypothesis, & in extremitate B sit Sacoma lib. 2, pondus in A (computatâ etiam gravitate catenæ & unci AE) non erit solum lib. 5. ut exigit Ratio longitudinis brachiorum, sed præterea unc. $52\frac{1}{2}$, hoc est omnino lib. 9. unc. $4\frac{1}{2}$.

Quia verò aliquando accidit properatâ ad subitum usum statērâ uti, videlicet crassiore tigillo, cujus gravitas non est planè contemnenda, sed valdè notabilis; propterea hîc brevem praxim adjicere placet, quæ etiam minùs peritis usui esse possit, ut statim inveniant gravitatis quantitatem, quæ soli gravitati brachij longioris responderet. Sit tigillus AB, in quo intelligatur

tur

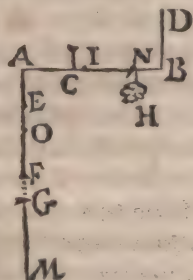
tur ipsi AC brachio minori æqualis pars CH; est igitur brachiorum differentia HB. Ponamus totam jugi longitudinem esse distinctam in partes 22, quarum AC sit 4, CB 18, ac differentia HB 14. Sit verò tigilli pondus lib.84, cujus semissem lib. 42 accipio. Tum fiat ut longitudo brachij minoris 4 ad differentiam brachiorum 14, ita semissis gravitatis jugi lib. 42 ad aliud, & provenient lib.147 addendæ brachio minori, ut fiat æquilibrium cum solâ gravitate longioris. Sic in superiore exemplo, ubi brachia erant ut 2 ad 5, differentia 3, pondus jugi unc.70, cujus semissis unc.35; fiat ut 2 ad 3, ita unc.35 ad uncias 52½, quod est pondus ibi inventum pluribus calculis. Ex his infertur jugum æquabilis crassitiei si suspendatur ex quartâ parte suæ longitudinis, sustinere sinè æquipondio pondus additum minori brachio, cujus gravitas æqualis sit gravitati totius jugi. Si ex sextâ parte suspendatur, sustinet pondus duplex gravitatis ipsius jugi: si ex octavâ parte, sustinet pondus triplex gravitatis jugi; si ex decima parte, sustinet pondus quadruplex; si ex duodecimâ, sustinet pondus quintuplex, & sic deinceps.

Ut igitur ex ratione & certâ methodo construeretur statera exquisitè distincta in suas particulas, oporteret brachium minus cum adnexis appendiculis, catenâ, unco, seu lance, tantæ gravitatis esse, ut cum solâ longioris brachij gravitate æquilibrium constitueretur: tùm distantia inter punctum, ex quo onus suspenditur, & centrum motûs transferenda esset ex eodem centro motûs in brachium longius, quoties fieri posset, & singula intervalla in certas partes minores dividenda, vel pro libito vel (quod magis rationi congruum est) in partes proprias mensuræ, quæ adhibetur, ut si libra sit in uncias, si uncia, in drachmas. Hoc autem pendet ex gravitate sacomatis, quod eligitur: nam si libram unam pendat unâ cum suo annulo æquipondium, tot erunt ponderis libræ, quot partes minori brachio æquales intercipiuntur inter spatium & ipsum æquipondium: at si bilibre sit sacoma, jam partes illæ assumptæ æquales minori brachio sunt bifariam dividendæ, ut singulorum librarum notæ in jugo habeantur. Quod si constructâ jam hoc modo staterâ, & majoribus partibus distinctis in particulas ex libito assumptas, velis apponere æquipondium majus, quàm

fortè ab artifice destinaretur, licebit; modò memineris reciprocam esse distantiarum Rationem & ponderum, quæ in æquilibrio sunt.

At si contigerit ea omnia, quæ breviori brachio adhærent, non constituere æquilibrium cum brachio longiore seorsim sumpto absque sacomate, vel quia graviora sunt, vel quia minus gravia; satis apparet æquipondium in distantia à sparto duplâ brachij minoris non habere duplum momentum, sed inveniendum esse aliud punctum, à quo distantia mensura desumatur.

Sit statera A C B, quæ in C suspendatur: gravitas brachiorum ita se habet, ac si illius semissis in sua cujusque brachij



extremitate poneretur. Hujusmodi semisses gravitatum represententur à lineis B D & A E, quæ sunt utique invicem in Ratione brachiorum (quoniam jugum æquabile & uniforme ponitur) & ut A C ad C B, ita A E ad B D. Sed ut fiat æquilibrium debet esse vicissim ut A C ad C B, ita B D gravitas in B ad A F gravitatem in A: Est igitur A E ad A F in duplicatâ Ratione brachiorum A C ad C B, hoc est ut Quadratum A C ad Qua-

dratum C B: Ergo etiam dividendo, per 17. lib. 5. ut Quadratum C B minus Quadrato A C ad Quadratum A C, ita A F minus A E ad A E; hoc est ut, differentia Quadratorum utriusque brachij ad Quadratum brachij minoris, ita F E pondus addendum, ad A E semissem gravitatis brachij minoris, ut fiat æquilibrium cum semisse gravitatis, & momento brachij C B longioris. Id si factum fuerit, assumantur in C B, incipiendo à puncto C, partes æquales ipsi C A, & tunc ad mercem additam in F habebit gravitas sacomatis H eam Rationem, quam habuerit A C ad distantiam ejusdem sacomatis à puncto C, ut superius dicebatur.

Verùm si præter A E gravitatem respondentem minori brachio A C, pendere intelligatur ex A non solum gravitas E F, quæ sufficiat ad æquilibrium cum longiore brachio C B, sed præterea sit etiam gravitas F G, ita, ut tota gravitas addita sit E G;

E G; tunc assumpto æquipondio H notæ gravitatis; debet fieri ut pondus H ad pondus F G excessum supra id, quod requiritur ad æquilibrium; ita distantia A C ad aliud ex. gr. C I: & ex I initium sumere debet divisio transferendo in longius brachium, & iterando distantiam C A ita, ut A C æqualis sit ipsi I N: si enim in G addatur tantum mercis, cujus gravitas G M sit ad æquipondium H, ut I N ad A C, fiet in N æquilibrium. Quia scilicet ut F G gravitas ad gravitatem H, ita I C distantia ad distantiam C A ex constructione; & ut gravitas H ad gravitatem G M, ita C A distantia ad distantiam I N; erit ex æqualitate per 22. lib. 5. ut gravitas F G ad gravitatem G M, ita distantia C I ad distantiam I N; Ergo componendo, per 18. lib. 5. ut F M ad G M, ita C N ad I N; sed ut G M ad H, ita I N ad C A ex hypothesi; igitur ex æqualitate ut F M gravitas ad gravitatem H, ita C N distantia ad distantiam C A: Cum itaque pondera addita ultra æquilibrium, quod addita gravitate E F sit in C puncto suspensionis, sint in Ratione reciproca distantiarum à sparto C, necessario sequitur æquilibrium in N. Idem dicendum de cæteris deinceps punctis iterando distantiam I N, prout brachij longitudo ferre potest, nam duplicatâ distantia I N, poterit in G addi gravitas dupla gravitatis æquipondij H.

Quod si demum partes minori brachio C A adjacentes non essent tantæ gravitatis, ut fieret cum longiore brachio C B æquilibrium, quemadmodum si essent ut O E ad E A semissem gravitatis brachij minoris; primò observa, quantum desit gravitatis, ut fiat æquilibrium, scilicet sit quantitas O F, quæ ponatur minor gravitate æquipondij H: intelligatur itaque gravitas æqualis gravitati æquipondij H, & sit excessus F G. Quare sicuti paulò antè dicebatur, fiat ut pondus H ad gravitatem F G, ita A C ad C I, & erit I punctum à quo incipienda est divisio jugi, ita tamen ut factò æquilibrium in I intelligatur addita merx æqualis gravitatis cum æquipondio H, & erit ex. gr. prima libra. At verò si O E tam modica gravitas esset, ut etiam addita gravitas æqualis gravitati facomatis H, nondum adæquaret gravitatem E F, addatur duplex, triplex, quadruplex gravitas facomatis H ita, ut demum excedat gravitatem E F necessariam ad æquilibrium cum solo brachio longiore; tum fiat
sicuti

sicuti prius, ut pondus H ad excessum illum, scilicet ad F G, ita A C ad C I, & est I punctum quæsitum, ex quo incipit divisio, & in quo si fiat æquilibrium mercis cum sacomate, indicat mercis gravitatem esse duplam, triplam, quadruplam gravitatis sacomatis H, prout hanc duplicare oportuit, aut triplicare.

Sed quas habemus communes stateras ab hac sedulitate procul remotas esse omnibus constabit, si observaverint amplitudines priorum divisionum non omnino respondere brachij minoris longitudini; hoc est, intervallo, quo pondus distat à sparto; neque id solum, quia artifices tantam adhibere diligentiam recusant pro tenui mercede; verum etiam ne adeo graves existant majores stateræ, si minori brachio tanta esset addita gravitas, quæ longioris brachij momenta æquaret. Propterea jugum construunt, uncum seu lancem cum suis catenulis adnectunt, ex ansâ suspendunt, sacoma non certi ponderis sed ex arbitrio eligunt, quod tamen additæ lanci, aut unco aliquatenus respondeat juxta minoris brachij longitudinem; nam si hoc valde breve sit, augment lanci pondus, & minuunt æquipondium; & ex adverso, si illud longiusculum sit, minuunt lancem, augment sacoma; quia nimirum in illâ brevitate brachij minoris majora sunt momenta brachij longioris, & minus æquipondium plus habet momenti; contra verò auctâ minoris brachij longitudine decrescunt momenta tum longioris brachij tum æquipondij.

His paratis statuunt in lance legitimum aliquod pondus juxta denominationem mensuræ, quam assumunt tribuendam stateræ, puta libram (idem dic de majoribus ponderibus in aversâ stateræ parte inscribendis, ut lib. 25 aut 100 juxta regionis morem) deinde tantisper sacoma adducunt vel reducunt, dum fiat exquisitè æquilibrium; & punctum adnotant, in quo sacoma quiescit. Tum aliam adhuc libram, aut, primâ sublatâ, bilibre pondus, lanci imponunt, & sacoma retrahunt, ut magis à motus centro distet; iterumque facto æquilibrio punctum notant. Demum intervallum inter hæc duo notata puncta in jugo iterant, quoties possunt; & ut uncias habeant, singula intervalla in duodecim æquales particulas distinguunt, quæ in minusculis stateris adhuc minores divisiones recipiunt.

Quod si adhuc pondera infra libram unam, hoc est infra uncias

cias 12, hac staterâ examinare libeat, inter punctum primò notatum atque spatium minuscultas illas divisiones transferunt, incipiendo ab illo puncto.

Quid autem hic meminerim puncta hujusmodi omnia in jugi acie, seu angulo solido superiore notari, majores autem divisiones certi lineis ad latus ductis significari? hæc enim vulgaria sunt. Illud potius notandum est, quod in unâ eâdemque staterâ trium regionum stateras habere possumus: quia enim stateræ scapus communiter quadrangularis est, & in superiore angulo libras hujus regionis insculpsit artifex, in duobus angulis hinc, & hinc libras duabus regionibus, cum quibus commercia miscetur, peculiares inscribere licebit (nam pondera simili nomine in pluribus regionibus donata, non esse inter se æqualia docemur experientiâ, quæ libras Parisiensem, Romanam, Veneram inæquales esse ostendit) & æquipondij annulus unâ eâdemque operâ in tribus angulis diversarum regionum pondus ejusdem mercis indicabit.

Hic verò curiosius inquirenti, præstantiorne dicenda sit statera? an libra? vix poterit quisquam absolutè respondere: nam minoribus ponderibus, ut gemmis, aureis monetis, & similibus examinandis parùm opportuna est statera; at ingentibus oneribus hæc aptissima est, libra autem incommoda. Compendium habet statera unico sacomate contenta; pluribus ponderibus eget libra. Vicissim in librâ securius artifices laborem impendunt, quia facilius æqualitatem assequuntur brachiorum, quàm proportionem justo æquilibrio necessariam; & in librâ quidem si æqualitatem perfectam semel statuunt, nil est quærendum ampliùs; sed in staterâ singula divisionum puncta suam habent Rationem, suamque exposcunt diligentiam; in pluribus verò aliquando peccare proclivius est, quàm in uno. Quòd si libræ perfecta æqualitas desit, saltem lancium & ponderum commutatione, ut superiùs monuimus, deprehenditur error; at si falsa sit statera, non aliter innotescet, quàm si pondus idem iterùm librâ examinemus, ut appareat, an sibi constet eadem gravitas; quis enim aliter iniqui venditoris imposturam retegat, qui, ut major appareat mercis gravitas, ex æquipondio, aut ex capite longioris brachij, quasi nitidiùs illa expoliens, notabilem aliquam gravitatis particulam limâ abrasit? cum ta-

men à minore brachio expoliendo manum abstinuerit; quippe qui satis norat id fieri non posse citrà ipsius venditoris damnum: constitutâ siquidem staterâ, nihil ex hac aut ex illâ parte demendum, nihil addendum, ne mutetur Ratio, quæ intercedit inter ipsorum brachiorum momenta, aut ne æquipondium diminutis momentis magis removendum sit à sparto, quàm pro gravitate mercis. Siverò hoc acciderit, occultum manet stateræ vitium, nec ipsa se prodit.

Et quoniam de stateræ vitio sermo incidit, cavendum venditori est, ne illâ utatur, si facta fuerit curva; cùm enim recta fuerit ab artifice suas in partes ritè distincta, & quidem juxta Rationem brachiorum, curva non eandem servat Rationem, ut ostensum est hîc cap. 5. & venditoris damno plus mercis addendum esset lanci, ut haberetur æquilibrium; ut ex ibi dictis constat.

CAPUT IX.

Antiquorum Statera examinatur.

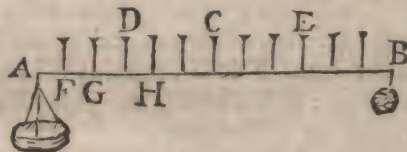
Dubitatur à non paucis, utrùm nostræ, quâ nunc utimur, stateræ similis esset Antiquorum, saltem Græcorum, statera. Dubitationi locum fecit Aristoteles in quæst. 20. Mechan. quærens, *Cur statera, quâ carnes ponderantur, paucò appendiculo magna ponderat onera?* quæstioni autem satisfaciens plurium spartorum mentionem fecit. *Quemadmodum autem si una libra multe sint libræ; sic talia insunt sparta multa in ejusmodi librâ; quorum uniuscujusque quod intrinsecus est ad appendiculum, statera est dimidium.* & post pauca. *Hujusmodi autem existens multe sunt libræ, totque, quot fuerint sparta. Semper autem quod lanci propinquius est spartum appensoque oneri, majus trahit pondus.*

Plura hæc sparta, quorum Aristoteles meminit, Blancano in locis Mathem. Arist. occasionem præbuerunt stateram quandam comminiscendi, quasi illa fuerit Antiquorum statera: cujus sententiam probare non potui, cum Mechanicam doctrinam

nam anno labentis sæculi 54 in Collegio Romano explicans, publici juris facerem hæc eadem, quæ nunc post annos viginti scribo. Quoniam verò quæ tunc Blancano opposui, video placuisse Authori Magiæ Naturalis P. Gaspari Schoto tunc ibi degenti (eaque cum aliis quibusdam in suam Magiam staticam transtulit, me identidem supra meritum, pro suâ humanitate, laudato) hîc iterum proferre non gravabor, ut meliùs stateræ natura innotescat.

Statuit itaque Blancanus stateram illam fuisse hastam oblongam A B in certas partes distributam inter se æquales, puta 12, ex quibus exirent trutinæ diversæ, ut modò ex hac, modò ex illâ suspenderetur statera, prout carnis vendendæ quantitas postulabat, singulisque trutinis insculptam fuisse notâ ponderis mercis. In extremitate A

pēdebat lanx capax mercis, in oppositâ extremitate B æquipondium, quod ut ille ait, debet habere tantum pondus, quantum est in lance nudâ, ut sic tota statera sit per se solam

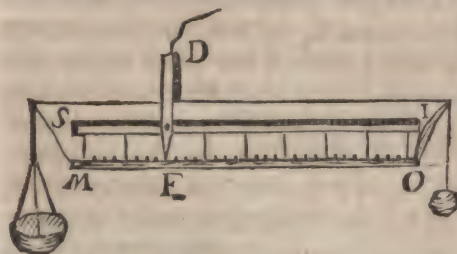


aquilibralis; & præterea debet habere pondus statum ac legitimum, ex. gr. unius libræ, aut duarum, aut trium; prout magis trutinandæ merci idoneum erit, & hoc erit proprium æquipondij pondus. Ponamus æquipondium esse librarum 12. Dico quod trutina C dabit in lance pondus mercis 12 lib. si ex eâ fiat æquilibrium; est enim ut AC ad CB, ita permutatim æquipondium 12 ad mercem; sed AC ipsi CB est equalis; ergo etiam æquipondium 12 erit merci æquale, hoc est utrinque erit 12 lib. Similiter si fieret æquilibrium ex trutinâ D, esset ut AD 3 ad DB 9, ita 12 ad 36. Tandem trutinâ E æquilibrante, esset ut AE 9 ad EB 3, ita 12 ad 4. Si igitur trutina C notetur 12 numero, trutina D numero 36, trutina E numero 4, & idem de cæteris, statim facile erit quodlibet pondus per huiusmodi stateram exhibere. Unde videas contrario ab illis modo in nostris stateris æquipondium totam hastam percurrere, in illis verò manente æquipondio trutinam quodammodo per hastam moveri. Hæc ille.

Plures hæc trutinas sic expositas, quasi solidas ansas hastæ infixas, quæ pro opportunitate apprehenderentur, nunquam

potui in animum inducere, ut mihi persuaderem fuisse antiquis in usu; cum enim non possent summis digitis suspendi ob nimiam mercis gravitatem, puta lib. 36 (& multo plurium, si ex F statera penderet) manu fuissent valide apprehendendæ; quis autem non videt, quibus dolis obnoxia fuisset statera ex levissimâ manû inclinatione æquilibrium mentiente? Neque plicatiles fuisse hujusmodi trutinas, videlicet funiculos foraminibus insitos in divisionum locis, existimo, quia vel nimis frequentes esse debuissent, vel, nisi æquipondium fuisset levissimum, non potuissent, citrà venditoris, aut emptorum incommodum non leve, exhibere quæsitum pondus. Si enim (ut insistam ratiocinantis Blancani vestigiis) in D exhibentur libræ 36 mercis, in G exhiberentur libræ 60, quia ut AG 2 ad GB 10, ita æquipondium 12 ad mercem 60: quâ igitur ratione innotescere poterat pondus mercis, si deprehendebatur esse majus quidem libris 36, sed minus libris 60? Et si æquilibrium fuisset inter F & G, pondus fuisset majus libris 60, minus libris 132: quàm latè igitur patuisset campus erroribus in tantâ ponderum differentiâ?

Quare si hoc stateræ genere utendum esset, in quâ manente æquipondio spartum percurreret jugi longitudinem; inferenda potius esset hasta annulo solidè firmato, intrâ quem hasta ipsa ultrò citròque promoveretur, donec haberetur æquilibrium; eâ enim ratione in minutiores particulas posset hasta distingui; & plurima essent sparta, seu centra motûs. Aut



etiam jugum parari posset crassioris laminæ in speciem, cujusmodi esset MO, per cujus longitudinem ductâ incisurâ seu crenâ SI excurrere posset axis exquisitè cylindricus infixus ansæ DE cujus ansæ extremitas in apicem E definens indicaret particulas in lineâ MO notatas. Verùm quia adversùs hasce stateras faciunt pleræque rationes mox contrà Blancani stateram afferendæ, proptereâ illas ut parùm aptas rejicio.

Et

Et primùm quidem difficile videatur, quâ ratione fieri posset, ut in C puncto medio indicetur mercis pondus lib. 12, si ex illo statera ipsa est per se solam æquibralis, ut Blancanus loquitur, positâ lance æqualis gravitatis cum æquipondio: Assumenda fuisset trutina quarta H, quia ut A H 4 ad H B 8, ita 12 ad 24, & subductâ gravitate lancis 12, reliquæ fuissent lib. 12 mercis. Hinc patet neque in D indicari pondus mercis lib. 36; hoc enim est pondus mercis & lancis simul sumptarum; quare merx solum esset lib. 24; & ut haberentur mercis lib. 36, oporteret spatium accipere, quod hastam divideret in partes, quarum proxima lanci esset 1, reliqua 4, quia ut 1 ad 4, ita 12 ad 48, & demptâ lancis gravitate lib. 12 remanerent mercis lib. 36. Sed illud à veritate longissimè abest, quod à Blancano additur, ex trutinâ E indicari mercem lib. 4. Immo addo nullum potuisse ibi fieri æquilibrium, & maximam partem illarum trutinarum futuram fuisse prorsus inutilem; nam si lanx A æquæ gravis est ac æquipondium B, lanx cum merce gravior est æquipondio; igitur lanx cum merce in distantia majore, quam sit æquipondij distantia majora habet momenta quam æquipondium, cum quo nunquam poterit æquilibrium constituere. Quare omnes trutinæ inter B & C, & ipsa trutina C inutiles sunt, si lanx æqualis gravitatis sit cum æquipondio B: propterea lancem multò leviolem esse oporteret, ut cum impositâ merce posset habere ad æquipondium Rationem reciprocâ distantiarum à sparto. Sed si lanx levior sit æquipondio, ut inter C & B haberi possit æquilibrium; jam non omnes quidem; sed aliquæ tantum trutinæ inter B & C inutiles evadent; ubi enim hasta dividitur reciprocè in Ratione gravitatû lancis, & æquipondij, ibi esset statera per se solam æquibralis, juxta Blancani ratiocinium: igitur nulla trutina inter illud punctum, & B esset utilis; quia diminutâ æquipondij à sparto distantia, ejus momenta decrescunt, & auctâ lancis ab eodem sparto distantia, ipsius lancis momenta augentur; igitur multò magis augentur facto ponderis in lance additamento; ac proinde fieri non poterit æquilibrium.

Verùm fortasse Author ille, cum stateram dixit per se solam æquibralem ex lancis, & æquipondij gravitatibus æqualibus, hoc tantummodo voluit (& ex ejusdem verbis inferendum vi-

detur) ut æquipondium ultrâ libras 12 sibi peculiares, tantam præterea haberet gravitatem, quæ si solitariè assumeretur, posset cum lance vacuâ æquilibrium facere in C: quo pacto lanx non esset lib. 12; sed levior. Per hæc tamen non omne incommodum sublatum esset, neque Blancani dicta consisterent; quia sit lanx unius libræ, & item æquipondium ultrâ libras 12 habeat libram unam; in C quidem esset æquilibrium cum merce lib. 12; quia merx cum lance, item æquipondium totum sunt lib. 13. At factò æquilibrium in D, distantia essent ut 3 ad 9, igitur æquipondium ad mercem cum lance ut 13 ad 39; & subductâ lancis gravitate lib. 1, esset merx lib. 38, non verò 36. Sic in E factò æquilibrium, distantia essent ut 9 ad 3, igitur æquipondium ad mercem cum lance ut 13 ad $4\frac{1}{3}$, & lancis gravitate lib. 1. demptâ, esset merx lib. $3\frac{1}{3}$ non autem lib. 4. Et in ultima trutinâ prope B esset ut 11 ad 1, ita 13 ad $1\frac{1}{11}$, & lance sublatâ lib. 1, esset merx lib. $\frac{2}{11}$, cum juxta Blancani ratiocinium deberet esse solum lib. $\frac{1}{11}$.

Deinde jugi brachia sua habent gravitatis momenta, quæ pro variâ longitudine inæqualitatem subirent; & hæc in hujusmodi statera modò majora, modò minora essent, aliquando addenda lancis, aliquando æquipondio. Nam si spartum sit in D, abscindens quartam jugi partem, sola brachij DB gravitas sustinet in A pondus æquale gravitati totius jugi; ac proinde factò in D æquilibrium, pondus totum additum in A est non solum triplum æquipondij, ut fert reciproca distantiarum Ratio; sed est præterea æquale gravitati jugi. At si spartum in F abscindat jugi partem duodecimam, non solum pondus unâ cum lance est æquipondij undecuplum, sed etiam quintuplum gravitatis jugi: & sic de cæteris. Contra verò si quando æquilibrium fieret inter C & B, ex æquipondio demenda esset gravitas respondens momento brachij oppositi; tum ex residuo colligeretur gravitas lancis cum merce, & subductâ demùm lance, gravitas mercis innotesceret. Sic in E factò æquilibrium, quia EB est quarta pars jugi, ex æquipondio B lib. 12 auferenda est gravitas jugi ex.gr. lib. 4, remanent lib. 8: igitur ut AE 3 ad EB 1, ita lib. 8 ad lib. $2\frac{2}{3}$: si demas pondus lancis, quæ utique valde levis esse debet, vide quanta gravitas sit demùm tribuenda merci. At si lanx
adco

adeò levis sit, manifestum est, quantò plus mercis apponendum sit, quando spartum à medio secedit versus lancem A.

Quare patet genus hoc stateræ, ut pote parùm utile, rejiciendum, nec potuisse Antiquis usitatum esse, quin facilè deprehenderetur erroribus non levibus obnoxium; cum præsertim oblongam fuisse hastam (non utique levissimam) comminiscatur Blancanus, & qui eum ducem sequuti sunt. Non negârim quidem posse à perito mathematico ita iniri rationes, ut certis mercium ponderibus sua puncta in jugo inscriberentur, in quibus æquilibrium fieret cum æquipondio manente in extremitate jugi: sed hunc laborem subiisse antiquos Mathematicos, ut stateras carnem in macello vendentibus pararent, suaderi non potest; artificibus autem tantum fuisse industriæ, omnem fidem superat. Ex his mihi certissimum videtur aliam prorsus adhibendam esse Aristotelicis verbis interpretationem: Nam ponamus stateram illam, de quâ Aristoteles loquitur, planè similem fuisse nostræ stateræ, quis neget unam libram brachiorum inæqualium esse multas libras, hoc ipso quod æquipondium in multis distantis ab eodem puncto varias brachiorum Rationes constituit? sunt autem plura sparta, quia punctum idem determinans brachia varias Rationes habentia æquivalet multis, & quàm multas Rationes brachiorum definire potest, tam multas constituit libras. Demùm quamvis lancis à sparto eadem materialiter sit distantia, non est tamen eadem formaliter, neque enim solitariè accipienda est, sed comparatè cum distantia æquipondij à sparto; ac propterea cum major æquipondij distantia ad eandem lancis & oneris distantiam majorem habeat Rationem, potest etiam dici tunc spartum esse lancis & oneris propinquius; nam si in unâ æquipondij distantia brachia sint, ut 2 ad 5, & remoto æquipondio Ratio distantiarum sit ut 2 ad 6, patet comparatè ad æquipondij distantiam, esse minorem priore posteriorem hanc lancis à sparto distantiam. Cum itaque nulla hîc intercedat violenta interpretatio, nil prohibet existimare Aristotelem de staterâ nostris non dissimili locutum fuisse.

CAPUT X.

Libra & statera usus extenditur.

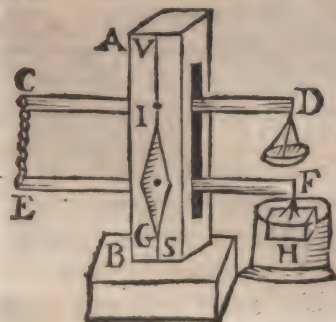
Quæ semel aliquem in finem excogitata sunt, non ea sunt, ut illis tantum terminis coërcantur, sed ad plura extendi possunt; & fundamentis positis alia superstrui licet, modò non desit artificis industria atque solertia. Quos in usus libra & statera à vulgo destinantur, omnes nòrunt; sed ad quos alios traduci possint, iis manifestum est, qui illarum naturam diligentius scrutati sunt. Qua propter ut aliquâ ratione industriis artificibus præeam, qui similia, & multò meliora comminisci poterunt, pauca quædam hoc capite innuam, quibus libræ & stateræ usus extenditur.

Distinctionis autem atque claritatis gratiâ, in plures propositiones caput hoc tribuere commodum accidet.

PROPOSITIO I.

Libram construere, quâ innatantium solidorum in humido specificam levitatem, & ipsorum humidorum specificam gravitatem investigare possumus.

Erigatur tigillus A B fulcro ritè instructus in B, ut firmiter constitui possit horizonti perpendicularis: transversa juga duo C D, & E F bifariam æqualiter divisâ, & circa suos axes versatilia inserantur tigillo, prout opportunius fuerit, ita tamen, ut in eâdem perpendiculari lineâ V S sint axes, & inferiori jugo addatur exterius axis capiti insertus index G I, qui ubi convenerit cum perpendiculari lineâ V S in facie tigilli descriptâ,



tâ, æquilibrium horizontale jugorum CD & EF indicet. Tum extremitates C & E vel solido, vel plicatili vinculo CE connectantur, & in D quidem addatur lanx; in C verò momentum plumbi, ut æquilibrium suâ gravitate constituent. Postquam in F adnexus fuerit stylus in triplicem cuspidem desinens, ut facilius deprimatur corpus solidum H infrâ humorem, in quo levitat, addatur pariter in E aliquid plumbi, ut jugum EF in æquilibrio maneat; nisi fortè tanta sit ipsius vinculi CE gravitas, ut plumbum addere non sit opus. Demùm habeatur vas humore implendum, quod subijci possit extremitati F, unâ cum solido H innatante.

Primò quæritur levitas solidi H in aquâ. Expendatur solidum H exactè in aëre librâ communi & consuetâ; ejusque pondus adnotetur: deinde imponatur vasi aquæ pleno, ita ut solidum totum immergatur; id quod tunc solum fiet, cum lanci in D fuerit impositum pondus congruum, nam descendente D, ascendit C, & secum trahit E sursum, ac proinde F deprimat solidum H infrâ aquam. Ubi lingula GI indicaverit æquilibrium solido H aquæ prorsus immerso, observa pondus lanci D impositum: hoc adde ponderi prius invento ejusdem solidi H in aëre; & pronuntiabis, ut hæc summa ponderum ad pondus solidi in aëre, ita esse gravitatem specificam aquæ ad gravitatem specificam propositi solidi. Fuerit pondus in aëre unc. 20; additæ sint in lance D unc. 5; igitur ut 25 ad 20, hoc est ut 5 ad 4, ita gravitas specifica aquæ ad gravitatem specificam solidi.

Veritas ostenditur ex iis, quæ in Hydrostaticis certa sunt. Si enim ponamus aquæ gravitatem ad solidi H gravitatem secundum speciem esse ut 5 ad 4, emergit ex aquâ pars quinta solidi gravitans ut 4; reliquæ quatuor infrâ aquam levitant singulæ ut 1, quæ est differentia specificarum gravitatum: igitur pars quinta solidi extans est unc. 4, quia totum in aëre est unc. 20; & pars immersa levitat tanto nisu, ut æqualis sit contrario conatui unc. 4. Igitur si quinque partes demergantur, resistent unciis quinque, quæ solido superimponerentur; idem autem est, si unc. quinque imponantur lanci D; eandem enim deprimendi vim habent. Si igitur solidum grave in aëre ut 20, levitat in aquâ ut 5, aquæ moles æqualis

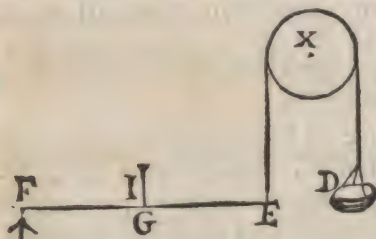
R r

est 25, atque adeò aqua ad solidum est ut 25 ad 20 secundum gravitatis speciem.

Secundò comparandi sint humores, uter gravior sit. Idem solidum H notæ gravitatis in aëre unc. 20, quod priori aquæ immersum requirebat in lance D uncias 5, immergatur eodem modo alteri aquæ, ita, ut in lance sint unc. 4. drachmæ 5: igitur solidi gravitati in aëre unc. 20. addantur unc. 4. drach. 5. & erit aquæ secundum molem æqualis specifica gravitas unc. $24\frac{5}{8}$; hæc ergo posterior aqua ad priorem aquam est ut 197 ad 200.

Tertiò. Notâ solidi secundum speciem gravitate comparatâ cum gravitate specificâ humoris, cognoscere possumus alterius molis ejusdem speciei gravitatem in aëre. Sit cognita Ratio gravitatum secundum speciem ut 4 ad 5. Requiritur in lance D pondus unc. 8, ut infrâ aquam deprimatur solidum. Fiat ut differentia specificarum gravitatum 1, ad specificam gravitatem solidi 4, ita uncia 8, ad unc. 32: Est ergo solidum in aëre unciarum 32, & aquæ moles æqualis unc. 40.

Placeat fortasse alicui rem hanc aliter perficere. Libræ jugum EF ita firmetur in G, ut alteri extremitati E ad-



nexus funiculus ascendat orbiculo X circumvolutus, & appositâ lance D, atque in F stylo tricuspide, omnia sint æquilibrata, addito, si opus fuerit, in F plumbi momento: Pondus etiam lanci impositum sursum trahens E deprimit F, & pariter solidum subiecto

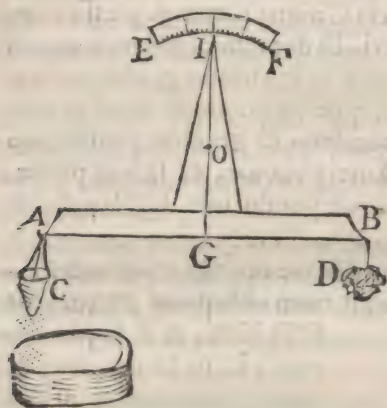
humori innatans à stylo deprimitur, & immergitur.

PROPOSI

PROPOSITIO II.

Horologium arenarium ex librâ construere, quod horæ minuta indicet.

Jugum libræ æqualium brachiorum A B paretur, spartum O in superiore loco habens: huic enim tantummodo libræ speciei convenire potest æquilibrium obliquum. Lingulam OI habeat longiusculam, quæ indicis munere fungi possit, & quam levissima sit. Tum assumpta lanx, quæ figuram conicam æmuletur, in imâ parte, quâ apex desinit, foramen habeat exiguum, ex quo possit sensim arena fluere; cujusmodi ea est, quâ in vulgaribus horologiis arenariis utimur. Suspendatur lanx seorsim à jugo, & impleatur



arenâ, quæ in subjectum vas defluat spatio horæ unius: horâ elapsâ fervetur arena, quam vas excepit, reliqua, quæ in lance, rejiciatur.

Sed quoniam ubi multum erat arenæ in lance, plus defluxit, quàm par est, iterum arena hæc vasis subjecti in lancem infundatur, & toties experimentum repetatur rejiciendo reliquam, quoties opus fuerit, ut certi simus arenæ defluxum exquisitè metiri unius horæ longitudinem.

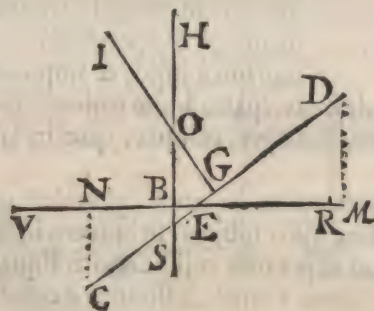
Habitâ jam congruâ arenæ quantitas diligenter fervetur, ne pereat aliquid illius, & novum laborem subire cogamur. Hujus arenæ gravitas examinetur librâ exactissimâ: item lancis cum suis appendiculis pondus inquiretur: quibus cognitis inter gravitatem solius lancis C vacuæ, & gravitatem lancis congruâ arenâ plenæ inveniatur terminus medio loco proportionalis, qui dabit gravitatem ponderis D ex opposito libræ brachio appen-

R r 2

Demum intervallo OI longitudinis lingulæ, quæ scilicet à sparto incipit, describatur vel in lamellâ, vel in crassiore papyro sextans circularis limbi EIF , qui divisus in partes 60 ita aptandus est, ut lingula suo apice notata puncta percurrentes medio puncto I congruat, ubi libræ jugum AB horizontale fuerit. Quare cum lingulæ apex I erit in E , declinabit lingula à perpendiculo angulo gr. 30: id quod pariter in oppositâ parte continget, quando lingulæ apex venerit in F .

Cum igitur jugum similiter inclinari debeat, ut æquilibrium similiter obliquum fiat hinc lancis C arenâ plenâ depressâ cum pondere D elevato, hinc ponderis D depressi cum lance vacuâ elevatâ; constat eandem esse oportere Rationem gravitatis lancis C arenâ plenâ ad pondus D , quæ est ponderis D ad gravitatem lancis vacuæ: Est igitur ponderis D gravitas medio loco proportionalis inter gravitates lancis vacuæ, & lancis plenæ. Sit deprehensa gravitas lancis vacuæ pondo unc. $5\frac{1}{2}$, lancis autem cum arenâ unc. 18: igitur pondus D requiritur unc. 10.

Sed quærendum est, quantum distare oporteat spartum à lineâ jugi, ut fiat hujusmodi æquilibrium obliquum gr. 30. Sit



CD libra, & in C pondus unc. 18. in D unc. 10; & fiat æquilibrium ita, ut OI lingula faciat cum perpendiculo HS angulum HOI gr. 30. Ergo in S est centrum gravitatis, & est reciproce ut pondus C ad pondus D , ita longitudo DS ad longitudinem SC : igitur quarum partium tota CD est 28, & CG 14,

catum partium est GS 4. In triangulo igitur OGS rectangulo, GS est Sinus gr. 30, & GO est Sinus gr. 60; ac propterea si GS est 4, GO est $6.928''$: tanta itaque debet esse distantia sparti O à lineâ jugi.

Hic autem observabis lineam jugi inclinatam, cum lineâ horizontali, quam secat, constituere angulum æqualem angulo declinationis lingulæ à perpendiculo; nam angulo lingulæ cum perpen

perpendiculari HOI æqualis est ad verticem angulus SOG: & quia horizontalis VR secat perpendicularum HS ad angulos rectos in B; duo triangula OGS, & EBS rectangula, & communem angulum ad S habentia, sunt æquiangula, atque adeo angulo SOG, æqualis est angulus SEB, cui ad verticem æqualis est angulus DER, qui propterea æqualis est ipsi HOI.

Sed quoniam GS est 4, & GO est 6.928", per 47. lib.1. innotescit OS partium 7.999" ex quâ aufertur OB æqualis ipsi GO (est enim distantia sparti ab horizontali æqualis distantia ejusdem sparti à jugo) remanet BS partium 1.071". In triangulis igitur SGO, SBE similibus ut GS 4 ad SO 7.999", ita BS 1.071" ad SE partium 2.142": remanet igitur EG partium 1.858". Quare tota DE est partium 15.858", angulus E in triangulo EMD rectangulo est gr.30, ut ostensum est; igitur DM altitudo, ad quam elevatur pondus est partium 7.929". Et similiter quia EC est partium 12.142", depressio NC est partium 6.071". Ex quo habetur subiectum vas, quod cadentem arenam excipit, hoc saltem intervallo depressum esse infra lancem pendentem ex jugo horizontali posito.

Et ut subjecti vasis longitudinem invenias, quâ possit cadentem arenam excipere, invenienda est distantia lancis à perpendicularo HS, & cum in summâ depressione est, & cum est maximè elevata: Cum depressa est, distat intervallo BN, cum horizontalis est, distat intervallo BV, cum demum est elevata, distat intervallo æquali ipsi BM. Sunt investigandæ distantia BN & BM: Et quia in triangulo EMD rectangulo angulus est gr.30, & Radius ED est partium 15.858"; Sinus Complementi EM est partium 13.733". Et in simili triangulo ENC, quia EC Radius est partium 12.142", Sinus Complementi EN est partium 10.515". Et iterum in simili triangulo EBS, quia ES Radius inventus est partium 2.142", Sinus Complementi EB est partium 1.855". Itaque ex EN aufer EB, remanet BN 8.660", ipsi verò EM adde EB, est BM partium 15.588". Demum ex BM aufer BN, & residuum partium 6.928" est longitudo, quam percurrit lanx ascendendo, & est æqualis distantia sparti à lineâ jugi; ac propterea vas

Rr 3

excipiendæ arenæ destinatum longitudinem habeat necesse est, quæ saltem sit quarta pars longitudinis totius jugi, quæ ex datis est partium 28.

Hæc quæ hætenus dicta sunt, eo consilio attuli, ut si quis velit rem ex certâ ratione peragere, intelligat, quâ sit illi utendum methodo: Cæterum nemini author fuerim, ut hæc omnia calculis indagare eligat, cum possit citrà laborem citissimè assequi propositum finem. Statutis enim ponderibus, scilicet lance, arenâ, & æquipondio (quod, ut dixi, medio loco proportionale esse oportet inter vacuum lancem, & lancem eandem cum arenâ) assumatur libræ jugum quodcumque, modò sit æqualium brachiorum, & spartum in superiore loco habeat, tum adnexis hinc lance cum arenâ, hinc æquipondio, libra consistat obliqua; & in plano Verticali libræ proximo notetur punctum, cui lingulæ apex congruit: deinde extractâ arenâ vacuum lancem relinquat, & librâ consistente notetur pariter punctum in plano, quod apici lingulæ responderet; & hæc sunt extrema puncta arcûs, qui à circumductâ lingulâ describi potest in eodem plano verticali, & dividi in quæritas partes 60, ut horæ minuta indicentur. Quò autem propius ad jugi lineam accedet spartum, & longior fuerit lingula, major quoque erit hujusmodi arcûs, & facilius in partes 60 dividetur. Vasis demum longitudinem ipsa libræ positio duplex & cum arenâ, & sine arenâ statim ostendet. Hic verò ubi de arcûs divisione in partes 60 sermo est, liceat mihi dissimulare partes illas, si res subtilissimè examinetur, non esse omninò inter se æquales; sed in re Physicâ subtilitatem hanc persequi inutile est.

PROPOSITIO, III.

Ex Libræ Rationibus aliquod Motûs perpetui rudimentum proponere.

HOc saxum jamdiu multi versant; sua cuique cogitata placent; quem corporibus tribuere nondum potuerunt artifices perpetuum motum, hunc sibi vendicant Philosophorum mentes inquietâ vertigine illius vestigiis insistentes; sed nimis fugacem

fugacem nunquam assequentes. Liceat & mihi hâc aliquid proponere quasi rudimentum naturæ motum perpetuum efficere condiscantis. Videtur autem omninò certum, ut motus semel institutus sine fine perseveret (seclusâ materiæ corruptione, quæ ævo confecta tabescit) opus esse alterno quodam virium incremento atque decremento, ut idem viribus auctis prævaleat, viribus diminutis minùs resistat: propterea simplicissimam machinulam, quasi duplicem libram æqualium brachiorum ad angulos rectos compactam aliquando excogitavi, in quâ alterna hæc vicissitudo contingere posse videtur.

Scapi duo AB & DE ad angulos rectos in C compingantur, & sit in C axis, circa quem facile versari possint: quia verò opposita brachia ex hypothesi æqualia sunt, & centrum motus planè in medio congruens centro gravitatis ponitur, in quâcumque positione æqualibus momentis librata quiescunt. Sint autem singula brachia tubi in morem excavata ab extremitate usque ad decussationis locum æqualiter, ita tamen, ut ex uno brachio in aliud brachium sive oppositum, sive proximum nullus pateat exitus: extremum autem tubi osculum congruâ cochleâ possit exquisitè claudi. Hæc, inquam, omnia ea sint, quæ æquilibrium in quâcumque positione constituent: id quod improbus labor accurati artificis assequi se posse non desperat.



Duplici hac librâ sic paratâ, singulis brachiis certa & omninò æqualis quantitas Argenti Vivi infundatur, aut major aut minor pro ratione magnitudinis & gravitatis tuborum, ita tamen ut non sit immodica quantitas. Occlusis diligentissimè tuborum osculis, erigatur DE ad perpendiculum.

Utique hydrargyrus in superiore brachio DC totus quiescit propè C, in inferiore brachio CE totus est in extremitate E: in brachiis autem CA & CB horizonti parallelis se æqualiter librat juxtâ brachiorum longitudinem; quare libra rota manet immota, cum sint hinc & hinc æqualia momenta, tum ratione
brachio

brachiorum æqualium, tum ratione argenti vivi æqualis, & æqualiter ad motum dispositi: illud verò quod est propè C, & propè E, non potest mutare æquilibrium, ut patet. Inclinetur extremitas B aliquantulum deorsum; illicò totus hydrargyrus brachij CB confluit ad extremitatem B, contrà verò qui est in brachio CA, totus confluit propè centrum C: Facta est igitur libra inæqualium brachiorum, & æqualia argenti vivi pondera inæqualiter distant à centro motûs; ac proinde juxta naturam libræ spartum in ipsâ jugi lineâ habentis extremitas B descendit quantum potest. Cum autem grave quodcumque sponte sua descendens acquirat impetum non statim pereuntem, sed qui adhuc juxta priorem directionem ad easdem partes ferat corpus grave etiam contra naturæ propensionem, ut in perpendiculo ascendente est manifestum; quid prohibeat extremitatem B hydrargyro prægravatam, ex concepto impetu dum descendit, vel, modicum quid transilire perpendicularem positionem ultra punctum E? Id quod si accadat, extremitas D, dum tota libra convertitur, inclinata infra horizontalem AB totum hydrargyrum habet non jam in C; sed in D, quare & illa simili modo descendit, nam hydrargyrus, qui erat in E, elevato brachio CE supra horizontalem AB, totus confluit prope C: neque difficilis est descensus; quia B, ubi transilierit perpendiculum DE, ulteriùs ex concepto impetu sponte ascenderet; sed multò magis ascendit ex impetu impresso brachij descendens, à quo urgetur.

Fateor equidem in primâ conversione post quietem, hydrargyrum E reluctari, nec juvare quicquam ad motum; quia scilicet, cum debeat ascendere ex solo impetu impresso brachij CB descendens, nihil confert ad motum, nisi quatenus E initio sui ascensûs modicum ascendit, B verò initio sui descensûs multum descendit, ac propterea plus imprimi potest impetûs, ratione cujus, crescente quamvis ascensuum mensurâ, habetur aliquid facilitatis ex prævio impulsu. Hinc est in primis conversionibus opus esse manûs adjumento, quæ sursum pellat infimum brachium CE: concepto autem jam impetu, nondum video, cur motus cessaturus sit. Nam si nullâ factâ ponderum alternâ translatione (quæ semper novum motûs principium affert) sed ponderibus semper in extremitate brachiorum manentibus,

tibus, post aliquot conversiones externo impulsu factas sponte sua diu convertitur rota, aut etiam simplex scapus, non nisi ex impresso impetu tamdiu permanente, quidni perseveret in motu, si in singulis conversionibus novum impetum concipiat? Sed hæc indicasse sufficiat, ut saltem longiorem motum, si non perpetuum, quis assequi possit suo instituto atque proposito opportunum: mihi enim satis est rationes libræ hujusmodi commentatione aliquantò uberius explicare. Unum tamen hîc addere fuerit operæ pretium, videlicet, si non placuerit scapos AB & DE invicem ad angulum rectum compactos excavare, sed solidos retinere volueris, posse singulis brachiis æquales tubulos hydrargyri quantitate æquali impletos adalligari, ita tamen, ut similem brachij faciem contingant, ex quo fiet, ut sint ipsi tubuli alternatim dispositi, qui sibi ex adverso respondent, nimirum alter superior, alter inferior, alter ad dexteram, alter ad sinistram.

PROPOSITIO IV.

Dato unico pondere legitimo examinare balance gravitatem multiplicem materia dividua.

RES est facilis, non tamen omittenda, ne fortè quis sibi persuadeat non nisi longissimâ operâ id perfici posse. Datum sit unicum pondus legitimum, ex. gr. uncia, & oblata sit materia dividua, quæ particulatim examinari possit, ut sal, & cætera minuta. Non sunt singulæ uncia ponderandæ; sed primò quidem fiat cum uncia æquilibrium salis; deinde in lancem eandem cum pondere legitimo transferatur sal; iterum cum alio sale fiat æquilibrium, & hic in lancem ponderis refundatur, totiesque simili methodo repetatur ponderatio, donec oblata materia plus quàm semissem exhaurieris; & adnota, quoties operam illam repetieris; tot enim termini in Ratione duplâ incipiendo ab unitate assumpti, & in summam redacti, dabunt gravitatem salis jam examinati. Sint ex. gr. decem termini; postremus est 512, ejus duplum demptâ unitate est summa omnium; sunt igitur uncia 1023, hoc est libræ $85\frac{1}{4}$. Quod re-

S s

fiduum est salis, iterum simili ratione examinetur, donec habeas plus quam semissem illius residui; acceptisque iterum tot terminis progressionis duplæ habebis ejus quantitatem: & sic deinceps, donec totius propositæ molis pondus innotescat.

Quod si certam salis mensuram extrahere ex totâ illa mole desideras, ex. gr. libras tres, hoc est uncias 36, observa quot terminis progressionis duplæ proximè accedas ad propositam quantitatem, & erunt quinque termini, quorum postremus est 16, & tota summa 31. Quare operatio, ut supra, quinquies repetenda est, & habentur unciae 31: quibus sepositis inquirantur unciae 5 addendæ, nam duplici operatione singulas uncias accipiens in eandem lancem cum unciâ legitimâ repones, & facto demum æquilibrium reliquas tres uncias habebis, ut summa conficiatur 36. unc.

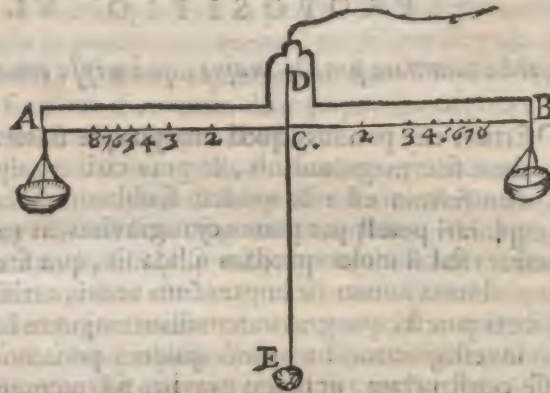
PROPOSITIO V.

Libram equalium brachiorum construere ad plura pondera tum multiplicia tum submultiplicia ejusdem equipondij examinanda.

Illud, in quo præstat libræ statera, est, quod uno eodemque stateræ equipondio plura pondera examinamus. Non dissimile compendium invenire possumus in librâ equalium brachiorum, quæ tamen spatium in superiore loco habeat; hæc enim pro diversâ ponderum inæqualitate variam habet inclinationem, in quâ quiescat obliquè posita. Expediit autem spatium à lineâ jugi aliquanto intervallo distare. Sit, scapus planus, in quo lineâ jugi recta AB bifariam dividatur in C; ex quo ad angulos rectos assurgat firmiter adnexa quasi lingula CD, ita tamen ut in D statuatur Axis ansæ insertus, circa quem versanda est libra; & ex axe pendeat perpendiculum DE, cujus longitudo tanta esse debet, ut non sit minor intervallo DA aut DB. Tum ex A sumatur totius lineæ jugi AB tertia pars

A 2,

A 2, quarta A 3, quinta A 4, sexta A 5, & sic deinceps, quatenus commodè fieri poterit: quæ eadem partes ex B in alterum brachium transferantur quam accuratissimè. Demum ex A & B æquales lances pendeant, quæ æquilibrium constituent.



Hujus libræ usus est ad multiplicia vel submultiplicia pondera cum uno eodemque æquipondio comparata inveniendæ: Nam ubi æquipondium legitimum statueris in lance B, merx verò in lance A, si æqualitas intercedat, ita jugum manet, ut perpendiculum DE congruat puncto C: si merx major sit æquipondio, inclinatur deorsum lantx A, & perpendiculum DE ad angulos inæquales secans lineam jugi congruit alicui ex punctis notatis inter C & A, scilicet in 2. si fuerit dupla, in 3. si tripla, & sic de reliquis: si demum merx fuerit minor æquipondio, lantx B inclinabitur, & perpendiculum DE congruet alicui ex punctis inter C & B notatis, indicabitque merx esse æquipondij aut semissem, aut trientem, aut quadrantem, &c. Hinc si volueris plures uncias, aut uncia partem aliquotam habere, statue in B legitimum uncia pondus, si verò plures libras, aut libræ partem aliquotam quæsieris, statue in B libram legitimam. Verum potissima hujus libræ utilitas se prodet, ubi dati ponderis, cujus gravitas secundum legitimas mensuras ignota est, quæritur pars aliquota, aut illius multiplex pondus. Hujus autem libræ constructio innititur superius dictis, & manifesta est ratio, quia ex ponderum inæqualitate centrum commune gravitatis respondet jugi puncto, quod congruit perpendiculo pendenti ex eodem puncto suspensionis libræ.

PROPOSITIO VI.

Statera examinare pondus majus, quàm ipsa communiter ferat.

CERTUM esse pondus, quod unaquæque statera ferat pro ratione suæ magnitudinis, & gravitatis æquipondij, omnibus manifestum est: & quidem si oblatum pondus dividuum sit, explorari potest per partes ejus gravitas, ut tota demùm innotescat; sed si moles quædam solida sit, quæ se dividi non patiatur, statera autem sit impar tanto oneri, artificium aliquod adhiberi potest, quo gravitatem illam majorem hâc eadem staterâ investigemus. Et primò quidem ponamus stateram ita fuisse constructam, ut lancis gravitas suis momentis æquet momenta brachij longioris, adeò ut, dempto æquipondio stateræ jugum consistat in æquilibrio horizontaliter. Tunc certum est æquipondium ad onus esse reciprocè in Ratione distantiarum oneris, & æquipondij à centro motus. Quare eadem statera poterit quodammodò multiplex fieri, si nimirum æquipondium duplicetur, aut triplicetur; poterit enim duplex aut triplex pondus staterâ examinari; ut, si proprium stateræ æquipondium sit unius libræ, & brachium longius sit brevioris brachij quindecuplex, examinari poterit pondus ut summum librarum quindecim; assumptum verò æquipondium novum bilibre habebit momentum æquale libris 30; si trilibre sit novum æquipondium, momentum erit æquale libris 45; & sic de reliquis, etiam si æquipondium hoc novum non esset ad antiquum omninò in Ratione multiplici; sed in quâcumque alia Ratione etiam super particulari, aut superpartiente; ducto enim pondere novi æquipondij per numerum notatum in stateræ brachio, habebitur quantitas ponderis, quod potest examinari; sic si æquipondium novum sit ad antiquum ut unc. 20. ad unc. 12. ducto 20 per 15, fit pondus unc. 300, hoc est lib. 25, quibus novum æquipondium in extremitate stateræ positum æquivalet.

Verùm illud est incommodum, quòd hujusmodi æquipondio majori non possumus exploratam habere gravitatem ponderis, si fortè gravitas æquipondij non sit illius pars aliquota:

nam

nam si novum æquipondium sit bilibre, non indicabit numerum disparem librarum ponderis in punctis libras denotantibus (sed solummodo in punctis selibrarum) vel saltem singulas uncias non indicabit, quia omnes numeri in staterâ notati duplicandi essent: similiter dicendum de æquipondio triplici, quo adhibito omnes numeri triplicandi essent.

Propterea, ut huic incommodo occurratur, retineatur antiquum æquipondium in jugo stateræ, sed simul novum æquipondium in jugi extremitate apponatur duplum, vel triplum, vel quadruplum antiqui æquipondij, prout proximè requiritur ad explorandam dati oneris gravitatem; tùm antiquum æquipondium in jugo stateræ admoveatur vel removeatur, quatenus opus fuerit ad æquilibrium constituendum. Nam si numerus librarum novi æquipondij ducatur per numerum omnium librarum, quas ferre potest statera, huicque addatur numerus ab antiquo æquipondio indicatus, habebitur ipsa ponderis gravitas, quæ inquiritur. Proponatur pondus aliquod gravitatis ignotæ, quod stateræ lanci imponatur, & æquipondium antiquum ac proprium stateræ in extremitate positum non valeat pondus elevare ad æquilibrium; addatur æquipondium duplum, hoc adhuc impar est; addatur triplum, neque hoc satis est; addatur quadruplum, & hoc unâ cum antiquo æquipondio in extremitate brachij posito præponderans illud est, quod requiritur; manente enim novo hoc æquipondio quadruplo in extremitate, antiquum æquipondium admoveatur versùs spartum, & fiat æquilibrium in puncto lib. 7. unc. 9: quia stateræ numerus extremus est ex hypothesi lib. 15, & æquipondium novum est lib. 4, jam sunt lib. 60; adde lib. 7. unc. 9, tota gravitas ponderis quæsitæ est lib. 67. unc. 9.

At quæris, an eodem hoc artificio uti liceat in communibus stateris, quas nostratibus artificibus construere solemne est; in quibus nec statera est per se solam æquilibris, nec æquipondij stateræ jugo ita innexi, ut inde pro libito auferri nequeat, gravitatem indagare possumus; ut æquipondium illius multiplex eligamus. Opportunè utique dubitas; nam pondus & æquipondium in vulgaribus stateris non sunt omninò in reciproca Ratione distantiarum à sparto, ut superius suo loco dictum est. Propterea uti quidem possumus eodem artificio, sed certâ ratio-

ne: quia enim antiquum æquipondium cum stateræ notis longè aliter se habet, ac in staterâ superiùs assumptâ, hoc retineatur, quod antiquum æquipondium indicabit gravitatem ponderis juxta notas, stateræ impressas; sed æquipondium novum assumatur certæ ac notæ gravitatis proximè tam submultiplicis ponderis examinandi, quàm submultiplex brachij longioris est brachium minus stateræ; & hoc æquipondium adnectatur non planè in stateræ extremitate, sed in puncto, in quod cadit longitudo multiplex brachij minoris. Sit ex. gr. statera communis, quæ elevet pondus lib. 15; sed comparato brevioris brachio cum longiore, hoc non est illius omnino quindecuplum; assumo, quoties assumi potest brachium minus, ex. gr. quaterdecies; & in illo puncto statuendum erit novum æquipondium notæ gravitatis; & quoniam suspicor propositam gravitatem non multum abesse à lib. 5, assumo æquipondium lib. 3. quæ in notato puncto æquivalet libris 42 (nam ter 14 dant 42) & promotò versùs spartum antiquo æquipondio, fit æquilibrium in puncto lib. 5. unc. 3: erit igitur proposita gravitas lib. 47. unc. 3. Id quod est manifestum, quia antiquum æquipondium cum notis stateræ impressis indicat gravitatem ponderis habitâ ratione momentorum brachij stateræ & cæterarum illius partium, quas semel attendere opus est; reliquæ gravitatis momenta non nisi ratione distantiarum considerata sunt.

Quòd si plurium æquipondiorum supellectile careas, & urgeat necessitas statim explorandi gravitatem illam majorem, obvium aliquod pondus, puta lapidem, vel quid ejusmodi, staterâ tuâ expende, ut ejus gravitas innotescat: hoc suspende ex opportuno stateræ puncto, de quo dictum est, & ejus gravitatem duc per 14 (vel alium quemlibet numerum minorem aut majorem, prout opportuna ejus suspensio, aut stateræ longitudo feret) ut habeas gravitatem huic novo æquipondio respondentem: Cætera ut priùs absolve. Non videtur autem necessariò monendus hîc lector posse plura nova æquipondia vel diversæ, vel paræ gravitatis, addi in diversis distantiiis à sparto; ut si æquipondium lib. 3. in distantia 14, & aliud lib. 2 in distantia 11 simul apponantur, æquivalet lib. 42 & 22, hoc est libris 64; hæc enim clariora sunt, quàm indigeant uberiori explicatione.

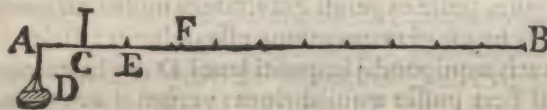
PROPOSIT

PROPOSITIO VII.

Stateram parare ad minuscultas gravitates expendendas.

STATERÆ hujus jugum non differt à vulgaribus; sed æquipondij & ponderis est contraria positio; pondus enim longiori brachio, breviori æquipondium adnectitur, & quò levius fuerit pondus, eò magis à sparto removetur. Paretur jugum cum lance adnexâ, quæ suâ gravitate æquet momenta brachij longioris, & in perfecto æquilibrio consistat. Tum brevioris brachij longitudo accuratè transferatur in brachium majus, quod minoris saltem decuplum vellem, & singulas partes iterum in decem minores particulas tribuerem, ut totum longius brachium in centum particulas distingueretur. Sit stateræ jugum

AB ita in C à sparto divisum, ut CB sit decuplex ipsius CA: ex A au-



tem pendeat lanx D suâ gravitate æquè librans momenta brachij CB longioris; quod distinctum in longitudines decem æquales brachio minori CA, in singulis divisionibus indicabit Rationem ponderis ad æquipondium. Collocetur enim æquipondium in lance D, pondus examinandum si leviusculum sit ita, ut serico crudo suspendi possit, jugo CB imponatur, & à sparto removeatur, donec fiat æquilibrio: nam si in primo puncto divisionis consistat, erit æqualis gravitatis cum æquipondio; si in secundo puncto, erit semissis gravitatis æquipondij; si in tertio, erit triens, si in quarto, quadrans, & sic de cæteris. At singulis divisionibus minori brachio æqualibus iterum in decem particulas distinctis, indicabitur gravitas à fractione, cujus numerator est 10, denominator est numerus particularum omnium, quæ inter spartum C & locum ponderis æquèlibrati intercipiuntur: ut si ex. gr. æquilibrio fiat in F, hoc est in tertiâ particulâ post duas integras divisiones priores, jam sunt particule 23; igitur pondus est $\frac{10}{23}$; ipsius æquipondij in D positi; ut constat ex eo, quòd ut distantia CF 23 ad distantiam

distantiam

distantiam CA 10, ita æquipondium in D ad pondus in F $\frac{10}{17}$.

Hujus stateræ utilitas satis latè patet, quia non alligatur certo æquipondio, sed in lance D statui potest sive drachma, sive uncia, sive libra, & ponderis minoris gravitas examinabitur; quæ quidem habebitur secundum Rationem partis ad assem, sed deinde ad certam ponderis mensuram, sive scrupula, sive grana revocabitur.

Quòd si pondus examinandum non facile suspendi possit serico crudo, ut dictum est, paratam habeto lancem minusculam, cui imponi possit pondus; & demùm factò æquilibrium, gravitate ponderis inventâ, atque ad homogeneam cum æquipondio mensuram redactâ, subducenda est hujus lancis cum suo funiculo gravitas, ut sola ponderis impositi gravitas habeatur. Ex quo patet adhibitâ hujusmodi lance, quæ percurrat stateræ jugum, posse expendi gravitatem multò minorem: propterea lancis hujus gravitas minor esse deberet, quàm subdecupla gravitatis æquipondij impositi lanci D , ut in extremo stateræ puncto B fieri posset æquilibrium: verùm si æquipondium in D sit uncia, aut aliquid unciâ minus, majus tamen decimâ ejus parte, satius fuerit lancem illam excipiendo ponderi destinatam esse decimam unciæ partem.

Ponatur enim æquipondium uncia, lance ponderis cursoria $\frac{1}{10}$ unciæ: impositum pondus faciat æquilibrium in F puncto particulæ 23: est igitur pondus cum suâ lance $\frac{10}{23}$ unciæ, aufer ratione lancis $\frac{1}{10}$ unciæ, residuum $\frac{22}{230}$ unciæ est gravitas ponderis; hoc est scrupulorum 8. Similiter fiat æquilibrium in puncto 99; ergo pondus cum lance est $\frac{10}{99}$ unciæ; aufer $\frac{1}{10}$, residuum est $\frac{1}{990}$ unciæ, quod est levissimum pondus paulò majus semisse grani. Si in parte 98, pondus erit $\frac{1}{490}$ unciæ, hoc est grani $1 \frac{1}{2}$, si in puncto 97, pondus erit $\frac{3}{970}$ hoc est ferè grani $1 \frac{4}{5}$: & sic de cæteris.

PROPOSI

PROPOSITIO VIII.

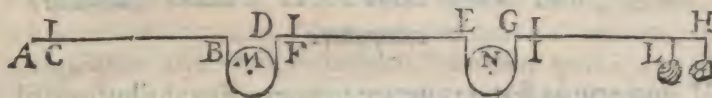
Ad ingentia onera examinanda stateras communes componere.

SI opportunas stateras parare oporteret argentibus oneribus examinandis pares, cujusmodi esset æs campanum, aut bellicum tormentum majus, eas esse debere aut longissimas, aut immani æquipondio instructas, manifestum est. Fac enim tormentum esse lib. 17000 circiter, & stateram habere uncialem distantiam sparti ab extremitate, cui pondus adnectitur, æquipondium verò esse lib. 25; utique ut 25 ad 17000, ita uncia pedis ad uncias 680, hoc est pedes 56. unc. 8: atque adeò tota statera esset ped. $56\frac{2}{4}$ ut minimum: cui longitudini si congrua crassities respondeat, an non machinâ opus est, ut sola statera transferatur: præterquam quod ipsa longioris brachij gravitas momenta non exigua haberet. Quòd si, ut non paucis solemne est, ita trabem ex mediâ longitudine suspendas, ut æquilibris maneat, tum alteri extremitati propositum onus adnectas, oppositæ autem extremitati plura minora pondera adjicias, donec æquilibrum fiat, quorum singulæ gravitates in summam reductæ propositi oneris gravitatem manifestam reddant, non solum methodus hæc artificio caret, sed & falsitatis periculo non vacat, incertum quippe est an trabis centrum gravitatis planè in mediâ longitudine sit, cum pars radici proxima gravior sit reliquâ, ac proinde libra sit inæqualium brachiorum, quæ censetur æqualium.

Satius igitur fuerit stateras plures minores componere, ut indicatum est lib. 2. cap. 7, quàm ingentem stateram construere. Assumantur tres stateræ AB, DE, GH, quarum brachium minus sit majoris subdecuplum, & ita omnes ex superiore loco suspendantur, ut orbiculi M & N facile versatiles inferiùs firmati excipere possint funiculos BMD, & ENG, quibus extremitates junguntur: ex quo fiet, ut dum H vi æquipondij deprimitur, extremitas E, atque extremitas B pariter deprimantur, pondus verò in A ad-

T r

nexum elevetur. Motus autem staterarum non sunt æquales: nam sicut depressio ipsius H est decupla elevationis ipsius G,



cui elevationi æqualis est depressio extremitatis E, ita hæc ejusdem E depressio decupla est elevationis ipsius D: quare depressio H est centupla elevationis D; ac propterea quia depressio B æqualis elevationi D est decupla elevationis A, depressio æquipondij in H est millecupla elevationis ponderis in A constituti. Ex quo sequitur æquipondium in H æquivalere ponderi millecuplo, quod in A appendatur. Igitur æquipondium lib. 17 æqualebit ponderi lib. 17000.

Quod autem hætenus de stateris æqualibus dictum est, etiam de inæqualibus dictum intelligatur, componendo Rationes, quas singularum staterarum brachia habent. Hinc si Ratio A C ad C B sit 1 ad 10, Ratio D F ad F E sit 1 ad 8, Ratio G I ad I H sit 1 ad 12, Ratio composita est 1 ad 960, quæ potest intercedere inter æquipondium & onus. Hinc manifestum est plures addi posse stateras, quot opus fuerit, quocumque tandem ordine collocentur, sive secundum rectam lineam, sive invicem parallelæ, prout commodius accideret, & loci opportunitas feret.

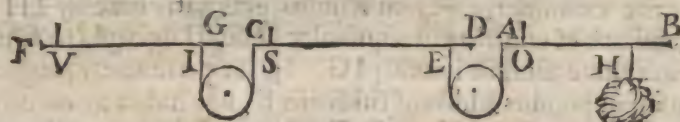
Si stateræ istæ fuerint ita constructæ, ut jugum dempto æquipondio æquibre sit, quia extremitas brachij minoris gravitate tantâ prædita est, ut gravitati longioris brachij æquipolleat, res planissima est, quia sola brachiorum longitudinis Ratio attendenda est; & præterea æquipondium in H augeri posset, aut minui. Immo hic etiam adhiberi posset artificium, de quo prop. 6. dicebatur, addendo novum æquipondium certæ gravitatis, ut si præter æquipondium H etiam esset L lib. 2; quod in puncto jugi septimo æquivaleret ponderi septingenties majori, hoc est lib. 1400. Quâ methodo addi possunt etiam plura æquipondia in punctis jugi diversis: quod sanè esset egregium

gium compendium, & ut plurimum duabus stateris ponderatio ipsa perficeretur.

At si statera cujusque jugum non fuerit æquilibre, contemnenda non est brachij longioris gravitas, ut dati ponderis gravitas ritè examinetur: Nam semissis gravitatis brachij IH in extremitate H constitutus æquivalet ponderi decuplo in G minus gravitate semissis brachij IG. Igitur perinde est, atque si hujusmodi pondus additum fuisset in E, ubi habet momentum decuplum æqualis ponderis in D, & centuplum æqualis ponderis in A. Quare momentum brachij IH est ut 50, & momentum IG ut $\frac{1}{2}$, atque adeò momentum ut $49\frac{1}{2}$ intelligitur additum in E, quod propterea comparatum cum extremitate A habet momentum ut 4950. Sic momentum gravitatis FE comparatum cum extremitate A est ut 495; & momentum brachij CB est ut $49\frac{1}{2}$. Tota igitur momentorum, quæ ex brachiorum gravitate oriuntur (si illa æqualiter ducta intelligantur) summa est $5494\frac{1}{2}$, sive sint unciae, sive libræ, prout staterarum moles requirit. Id quod quia ægrè innotescit, si jugum non fuerit æquabiliter ductum, idcirco expeditius fuerit stateris ritè dispositis, ac dempto æquipondio, addere in A tantum gravitatis, ut jugà sint horizonti parallela (cujus parallelismi indicium potissimum dabit extremæ stateræ lingula, quæ plus cæteris movetur) quæ gravitas ubi innotuerit, addenda erit gravitati, quam deinde æquipondium indicabit, cum onus ipsum in A additum fuerit. Sic pone momenta illa $5494\frac{1}{2}$ esse uncias, hoc est lib. 457. unc. 10 $\frac{1}{2}$, & expendendo onus additum in A, æquipondium libræ H indicet æquilibrium in puncto septimo, hoc est lib. 700, addantur lib. 457. unc. 10 $\frac{1}{2}$, erit tota oneris gravitas lib. 1157. unc. 10 $\frac{1}{2}$.

Verum quia vulgares stateræ, quibus communiter utimur ad majorum ponderum gravitatem examinandam, non ita sunt fabricatæ, ut brachium longius in partes aliquotas minori brachio æquales distinguatur, propterea minoris brachij longitudo, quoties fieri id poterit, transferatur in brachium longius, ut inveniatur punctum, cui adnectendus est funiculus, quo cum alterius proximæ stateræ extremitate connectitur. Sed antequam opus aggrediaris, amoto æquipondio secundæ & ter-

tiæ stateræ, vide quantum ponderis singulæ, quantum connexæ requirant ad æquilibrium cum longiore brachio, ut innotescat, quantum adhuc gravitatis oneri tribuendum sit, præter illam, quæ ab æquipondio indicatur.



Sit ex. gr. secunda statera CD , cujus brachium longius SD æqualeat lib. 42, & tertiæ stateræ FG longius brachium VG æqualeat libris 37. Ponamus tertiæ stateræ (cui onus erit adnectendum) brachium minus FV duodecies contineri in longiore brachio usque ad I , ubi funiculus connectit illud cum extremitate C secundæ stateræ. Item secundæ stateræ CD brachium minus CS tredecies sumi possit in brachio longiore usque ad punctum E , ubi illam funiculus connectit cum primæ stateræ extremitate A . Igitur quia momentum brachij SD æqualeat libris 42 ex hypothesi, & intelligitur translatum in I , ubi duodecuplo velocius movetur quàm punctum F , ducantur lib. 42 per 12, & æqualeat libris 504, quibus addenda sunt momenta brachij VG lib. 37, & ponderi invento ex æquipondio demum addendæ erunt lib. 541. Jam statuamus æquipondium H primæ stateræ AB constituere æquilibrium in puncto indicante libras 14: perinde igitur est, atque si libras 14 ponerentur in E ; & quia ES ad SC est ut 13 ad 1, libras 14 in E æquivalent ponderi in C librarum 182, quæ in I positæ (quia IV ad VF est ut 12 ad 1) æquivalent ponderi in F librarum 2184. Quod si punctum illud, in quo æquipondium H consistit, non esset nota librarum simplicium 14, sed ponderum, quæ singula libras 25 continent (ut nobis Italis præsertim in Galliâ Cisalpinâ solemne est) utique onus in F adnexum esset lib. 54600, quibus adhuc addendæ essent libras 541, propter momenta brachiorum secundæ & tertiæ stateræ, & esset tota gravitas lib. 55141.

At si stateras communes habeas, nec possis æquipondia iugo inserta amovere, ut inquirere possis momenta gravitatis brachij longioris,

longioris, hoc unum in secundâ, & in tertiâ staterâ, aut etiam pluribus, si opus fuerit, observa, quoties nimirum brachium minus in longiore contineatur, ut punctum I & E innotescat, quod cum proximâ staterâ extremitate C & A connectendum est: in singulis autem stateris sua æquipondia admoveantur, vel removeantur, donec fiat æquilibrium. Non est autem necesse singulas stateras insculptas esse notis homogeneis gravitatum; prima enim AB potest habere notas indicantes quartam partem Centenarij, hoc est lib. 25, secunda verò & tertia possunt indicare tantum singulas libras cum suis uncis. Fac enim constituto æquilibrium, æquipondium H esse in puncto pond. 9. lib. 7. duc 9 per 25, & sunt lib. 225, & additis lib. 7, sunt lib. 232; quæ ducuntur primò per Rationem secundæ stateræ 13 ad 1, & fiunt 3016, quæ ductæ per Rationem tertiæ stateræ 12 ad 1, dant demum lib. 36192. Deinde æquipondium secundæ stateræ CD sit in puncto lib. 7. unc. 8: hæc ducendæ sunt per Rationem tertiæ stateræ 12 ad 1, & fiunt lib. 92. Demum æquipondium tertiæ stateræ indicet lib. 5. unc. 6, addantur hi tres numeri 36192, 92, & 5. unc. 6; tota gravitas oneris in F adnexi erit lib. 36289. unc. 6.

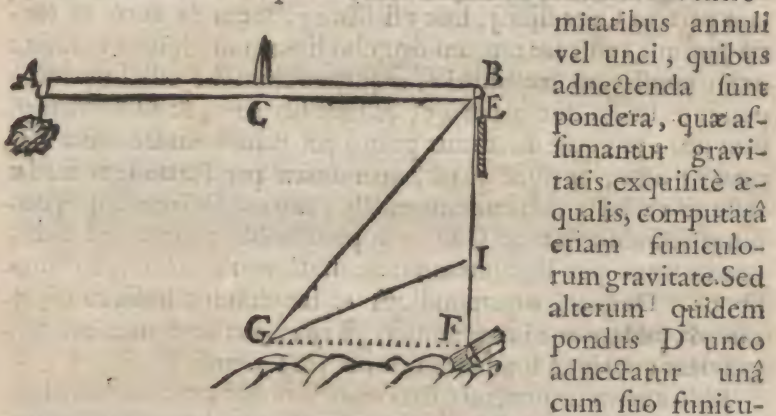
Ideo autem inquirenda dixi puncta I & E, ut longitudines VI & SE sint multiplices longitudinum brachiorum minorum FV & CE, atque fractionum molestia evitetur. Cæterum si volueris extremitates ipsas G & D cum extremitatibus C & A connectere, omnino licebit, ubi innotuerit, quota pars brachij minoris sit IG & ED. Nam si Ratio DS ad SC deprehendatur ut $13\frac{2}{3}$ ad 1, Ratio autem GV ad VF ut $12\frac{3}{4}$ ad 1, gravitas indicata ab æquipondio H ducenda primùm erit per $13\frac{2}{3}$, deinde numerus productus per $12\frac{3}{4}$ ductus dabit quæsitam oneris gravitatem respondentem æquipondio H, quod, ex hypothesi superius constitutâ, indicans pond. 9. lib. 7, hoc est lib. 232, monet ducendas libras 232 per $13\frac{2}{3}$, & fit 3108 $\frac{2}{3}$, qui numerus ducatur per $12\frac{3}{4}$, & fiunt lib. 39637 $\frac{1}{4}$. Deinde æquipondium secundæ stateræ positum in puncto lib. 7. unc. 8 indicat has ducendas per $12\frac{1}{2}$, & erunt lib. 97 $\frac{3}{4}$: quibus si addatur numerus primæ stateræ, & numerus quem dat tertia stateræ lib. 5. unc. 6, summa erit omnino lib. 39740. unc. 5.

TL 5

PROPOSITIO IX.

In librâ brachiorum equalium posse non equalia esse ponderum equalium momenta.

Sit libra AB, cujus centrum C, prorsus in medio, jûgum in brachia dividat æqualia: sint autem in brachiorum extre-



mitatibus annuli vel unci, quibus adnectenda sunt pondera, quæ assumantur gravitatis exquisitè æqualis, computatâ etiam funiculo- rum gravitate. Sed alterum quidem pondus D unco adnectatur unâ cum suo funicu-

lo; alterius verò ponderis E funiculus suâ extremitate inferius in F paxillo alligetur, & transiens per annulum, vel unicum suspendat connexum pondus E. Experimento disces pondus E semper prævalere æquali ponderi D, si per annulum vel unicum funiculus liberè valeat excurrere, descendente ipso pondere E.

Sed rei primâ facie admiratione dignæ causam inquirenti illa se statim offert, quæ Machinalium motionum causa à nobis affertur; quia videlicet pondus E descendens duplo velocius descendit, quàm pondus D ascendat; ubi enim pondus E venerit in F, extremitas libræ B ibi consistet, ubi duplicatus est funiculus, mediâ nimirum viâ; atqui extremitas A non nisi tantumdem ascendit, & cum eâ pondus D; igitur pondus E velocius descendens potiora habet momenta, nec erit æquilibrium, nisi pondus E sit ponderis D subduplum.

Cave tamen existimes semper esse motuum Rationem duplam; id enim tunc solum accidit, cum funiculus extentus est horizont

horizonti perpendicularis, cujusmodi est FE : at si fuerit inclinatus, non est eadem motuum Ratio, sed ut duplex funiculi GE longitudo ad altitudinem perpendicularem EF , ita se habet motus ponderis E ad differentiam, quâ excedit motum ponderis D , seu depressionis libræ B . Sit funiculus GE ; altitudo perpendicularis, per quam descendit pondus E , sit EF ; distantia GF : descendente pondere E , ubi hoc attigerit planum horizontale in F , funiculus, qui erat GE , factus est GIF ; igitur libra deprimitur usque in I , & est IF differentia motuum EF & EI .

Quare cum GI sit GE minus IF , quadratum GI æquale est quadrato GE plus quadrato IF , minus rectangulo sub GE & IF bis comprehenso. At eidem quadrato GI æqualia sunt quadrata IF & GF simul sumpta ex 47. lib. 1: propterea auferatur utrinque quadratum IF , & remanet quadratum GE , minus rectangulo bis sub GE & IF comprehenso æquale quadrato GF : Addatur utrinque rectangulum sub GE & IF bis, & utrinque dematur quadratum GF , & est quadratum GE minus quadrato GF (hoc est quadratum EF ex 47. lib. 1.) æquale rectangulo bis sub GE & IF . Igitur ex 17 lib. 6. ut bis GE ad EF , ita EF ad IF . Ponderis itaque motus deorsum EF comparatus cum ascensu ponderis D , est ad differentiam motuum IF , ut duplex longitudo funiculi GE ad altitudinem perpendicularem EF , per quam descendit pondus E .

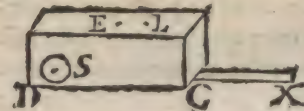
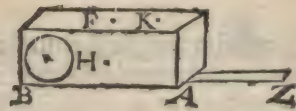
Ex quo ulterius colligitur, quò obliquior est funiculus, eò minorem esse differentiam IF , ac propterea minorem esse Rationem descensus EF ad ascensum ponderis oppositi, ideòque etiam minus habere virium ad prævalendum. Hinc ex diversa funiculi longitudine & obliquitate, si æquilibrium fiat, licebit arguere ipsam ponderum inæqualitatem, ratione habitâ motuum reciproce sumptorum; qui motus cum habere non possint Rationem multiplicem majorem duplâ, ut constat funiculi ipsius flexionem consideranti, neque pondus D potest esse minus pondere E , neque eodem majus quàm duplum, si fiat æquilibrium; minus autem erit quàm duplum, si funiculus sit obliquus, & ex motuum differentiâ, quæ singulas funiculi obliquitates consequeretur, etiam ipsa ponderum inæqualium differentia infertur.

PROPOSI

PROPOSITIO X.

Æqualia pondera similis figuræ, sed diversæ substantiæ, similibus & aequalibus pyxidibus inclusa discernere.

Sint duo globi, alter ferreus H, alter argenteus S, inclusi æqualibus & similibus pyxidibus AB & CD ita æqualis



ponderis, ut pyxides vacuæ librâ examinatæ æquiponderent, & adjecti globi pariter sint æquales ratione ponderis, quamvis moles inæquales sint, major enim est ferreus, minor argenteus. Oportet igitur discernere, utra pyxis argenteum globum contineat. Singularum pyxidum longitudo bifariam dividatur in F & E, ex

quibus punctis fiat suspensio; quâ factâ utique descendant extremitates B & D. Addantur tum in A, tum in C pondera, ut fiat æquilibrium. Pondus majus indicabit ibi esse globum argenteum. Vel si unico æquipondio uti placeat, invento æquilibrio unius pyxididis, idem æquipondium ad alteram pyxidem transferatur: si enim apposita extremitas præponderet, ibi est argentum, si sursum attollatur, ibi est ferrum. Manifesta autem est ratio, quia majoris globi centrum gravitatis propius est medio pyxididis, ex quo fit suspensio, ac propterea minus habet momenti, quàm minor globus, cujus centrum magis distat.

Quamvis verò suspensio facta fuerit ex medio, nihil refert, etiam si ad alterutram extremitatem accedat ut in K, dummodo æqualis assumatur distantia in L; eadem enim semper ratio pro inæqualitate momentorum militat, inæqualis scilicet distantia centrorum gravitatis.

At si non ea esset pyxidum longitudo, ut extremitatibus A & C facile adnectatur æquipondium, assume regulam BZ longiorem ipsâ pyxide, eamque alliga funiculo per K transeunte, & in Z æquipondium statuatur: deinde regulam eandem similiter alliga alteri pyxidi, ut sit DX, & funiculus per L transeat:

nani

Liber tertius. CAPUT XI. 337

nam idem æquipondium in X si nimis leve sit, indicat ibi argentum esse; id quod pariter indicabit æquipondium majus faciens æquilibrium.

Quòd si pondus idem utrobique faceret æquilibrium, indicio esset aut inclusa corpora non esse secundum molem similia, aut si similia fuerint non esse in pyxidibus similiter posita in extremitate, contra hypothesim. Id quod ut deprehendas, ita pyxides converte, ut ad latus constituatur pars, quæ prius erat infima; tunc enim ponderis aliqua diversitas apparebit. Si autem adhuc æquilibrium constituatur, minorem molem ita ex arte collocatam fuisse, ut centrum gravitatis æqualem distantiam habeat à puncto suspensionis, ac moles major in alterâ pyxide, manifestum est. Tunc igitur utraque pyxis intra aquam ponderanda est; quæ enim minùs gravis apparebit, continet argentum; hoc quippe minus spatij occupans quàm ferrum, majori aëris moli in pyxide locum relinquit: major autem aëris moles plus deterit ponderis pyxidi intra aquam: pyxidum scilicet moles ponuntur æquales.

C A P U T X I.

*Fundamenta præmittuntur ad explicandum, cur
gravia suspensa modò præponderent, modò
æquilibria sint.*

Locus hic est obstrictam non semel in superioribus fidem liberandi, cum me ostensurum suscepi in corporibus suspensis aliquando minùs gravia gravioribus prævalere, nec tamen ullum libræ aut Vectis vestigium deprehendi, neque motum propriè circularem tribui posse potentiæ moventi, quæ vi suæ gravitatis juxtà directionis lineam deorsum conatur, atque movetur motu recto, sursum ascendente rectâ corpore graviore, quod per vim elevatur. Sed ut res tota capite sequenti clariùs & brevius explicari valeat, propositiones aliquot hîc lemmatum loco præmittendæ videntur, & problemata, quibus cer-

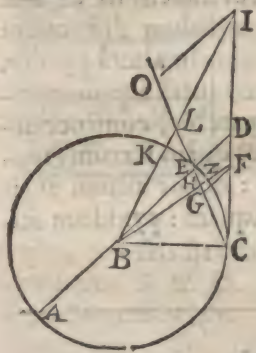
V u

ta methodus præscribatur, ut pro instituto corpora ipsa gravia eligantur, atque suis quæque locis disponantur.

PROPOSITIO I.

Excessus secantis cujuscunque anguli supra Radium, minor est Tangente ejusdem anguli.

Sit datus angulus quilibet DBC , ejus Tangens DC , secans BD , & excessus secantis supra Radium DE . Dico DE minorem esse Tangente DC . Ducatur recta CE dato angulo subtensa faciens angulos ad basim æquales ex 5. lib. 1. ac proinde acutos: igitur angulus DEC complementum ad duos rectos, est obtusus, & maximus in triangulo DEC , ac propterea ex 19. lib. 1. maximum latus est, quod illi opponitur, nimirum Tangens DC .



PROPOSITIO II.

Cujuslibet anguli Tangens est media proportionalis inter excessum secantis supra Radium, & aggregatum ex Radio & secante ejusdem anguli.

Datus sit idem angulus DBC , Tangens DC , excessus secantis DE : producat recta DB usque in A , & est recta DA aggregatum ex Radio BA & secante BD . Dico Tangentem DC esse mediam proportionalem inter ED & DA . Cum enim ex 36. lib. 3. rectangulum sub ED & DA æquale sit quadrato, quod à Tangente CD describitur, per 17. lib. 6. sunt tres continuè proportionales ED , DC , DA .

Hinc sequitur excessum secantis supra Radium ad aggregatum ex Radio & secante habere Rationem duplicatam Rationis,

nis, quam idem excessus habet ad Tangentem, hoc est, se habere ut quadratum ED ad quadratum DC , ita ED ad DA ; igitur & dividendo ut quadratum ED ad differentiam quadratorum ED & DC , ita excessus ED ad Radij duplum EA , differentiam inter ED & DA .

PROPOSITIO III.

Dato angulo, ad cujus secantis excessum supra Radium sua Tangens habet Rationem datam, cujuscumque anguli minoris Tangens ad excessum suæ secantis habet Rationem majorem datâ; cujuscumque autem anguli majoris Tangens ad excessum suæ secantis habet Rationem minorem datâ Ratione.

Angulus DBC sit datus, & illius Tangens DC ad DE excessum suæ secantis habeat datam aliquam Rationem. Primo sit minor angulus BCF . Dico ejus Tangentem FC ad suæ secantis excessum FZ habere majorem Rationem quam DC ad DE . Quia angulus CFB exterior major est interno CDB ex 16. lib. 1. fiat huic æqualis angulus CFG , eruntque ex 28. lib. 1. parallelæ lineæ DB & FG , & ex 29. lib. 1. DBF & GFH alterni æquales: sunt autem BHE & FHG æquales per 17. lib. 1. ut pote ad verticem; ergo & reliquus angulus BEH est reliquo angulo FGH æqualis. Similia itaque sunt triangula, & per 4. lib. 6. ut EB ad BH , ita GF ad FH : est autem EB major quam BH (nam BH minor est Radio BZ , cui æqualis est Radius BE) igitur & GF major est quam FH ; ergo & multo major quam FZ . Sed quoniam GF & ED sunt parallelæ, & triangula CFG , CDE sunt æquiangula, ex 4. lib. 6. eadem est Ratio CF ad FG , quæ est CD ad DE : CF autem ad FG majorem ex 8. lib. 5. habet minorem Rationem quam ad FZ minorem; ergo CF Tangens anguli minoris habet ad FZ excessum suæ secantis supra Radium, Rationem majorem quam CD ad DE .

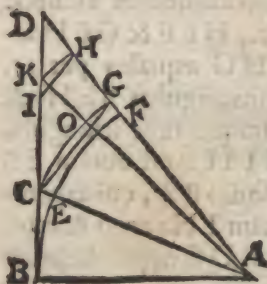
Secundo sit angulus IBC major dato angulo DBC : Dico illius Tangentem CI ad suæ secantis excessum KI habere mi-

norẽm Rationem, quàm CD ad DE. Quoniam externus angulus CDB major est interno CIB, fiat illi æqualis angulus CIO, & lineæ CE productæ occurrat in O, lineæ IO, quæ parallela est lineæ BD; & sunt anguli OIL & EBL alterni æquales, quemadmodum & anguli ad verticem in L æquales sunt. Quapropter in triangulis IOL & EBL æquiangulis per 4. lib. 6. ut LB ad BE, ita LI ad IO: est autem LB major quàm BE (nam LB major est Radio BK) ergo etiam LI, & multo magis KI major est quàm IO. Sed ut CD ad DE ita CI ad IO; ergo minor est Ratio CI ad IK majorem, quàm sit CI ad IO minorem; ergo est minor Ratio Tangentis CI ad excessum suæ secantis KI, quàm sit Ratio CD ad DE.

PROPOSITIO IV.

*Differentia inter Tangentes duorum quorumlibet angulorum
major est, quàm differentia inter eorum secantes.*

Sint anguli BAC , BAD , eorum Tangentes BC & BD ,
 Squarum differentia CD : angularum secantes AC & AD ,
 secantium differentia (assumptâ AG
 æquali ipsi AC) est DG . Dico CD
 esse majorem quàm DG . Ducatur
 recta CG , & est triangulum CAG
 isosceles, ideoque angulus CGA
 acutus, & qui est illi deinceps, CGD
 obtusus, & maximus in triangulo
 CGD : quare per 18. lib. 1. major est
 CD Tangentium differentia quàm
 DG secantium differentia.



PROPOSITIO V.

*Ratio differentiae Tangentium ad differentiam secantium fit
semper minor.*

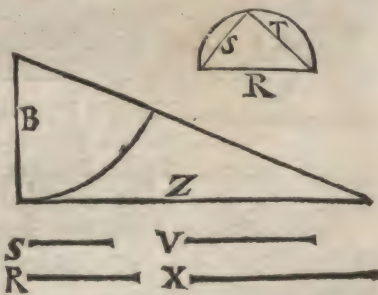
E Sto anguli BAC Tangens BC, anguli BAK Tangens BK; descripto arcu COG, differentia secantium est KO, &

& Tangentium differentia est CK. Item anguli BAD Tangens BD, & descripto arcu KH, differentia Tangentium BK & BD est KD, atque secantium AK & AD differentia est HD. Dico maiorem Rationem esse CK ad KO, quàm KD ad DH. Ducantur rectæ CG & KH. In triangulis isoscelibus CAG & KAH, anguli ad basim CG minores sunt angulis ad basim KH, quia angulus CAG maior est angulo KAH: quapropter angulo CGA fiat æqualis angulus IHA. Cum itaque ex 28. lib. 1. IH' & CG sint parallelæ, per 2. lib. 6. ut CI ad HG, hoc est ad KO, ita ID ad DH: atqui CK maior est quàm CI; ergo maior est Ratio CK ad KO quàm CI ad KO ex 8. lib. 5. hoc est quàm ID ad DH. Sed ID est maior quàm KD; ergo per 8. lib. 5. maior est Ratio ID ad DH, quàm KD ad DH; ergo multò maior est Ratio CK ad KO, quàm KD ad DH. Idem de cæteris consequentibus angulis nec dissimili methodo demonstrari poterit, minorem scilicet fieri Rationem differentiarum Tangentium ad differentiam secantium.

PROPOSITIO VI.

Dato Radius, & datâ Ratione Tangentis ad excessum secantis, invenire Tangentem & secantem, earumque angulum.

Datus Radius sit B, data Ratio Tangentis ad excessum secantis supra Radium sit R ad S. Oportet Tangentem ipsam atque secantem invenire. Tangens esto A: ut R ad S ita A ad $\frac{A \text{ in } S}{R}$ excessum secantis supra Radium; igitur secans integra est $B + \frac{A \text{ in } S}{R}$; huius quadratum est B quad. $+ \frac{2B \text{ in } A \text{ in } S}{R} + \frac{A \text{ quad. in } S \text{ quad.}}{R \text{ quad.}}$ quod ex 47. lib. 1. æquale est quadratis Radij & Tangentis simul, hoc est B quad. + A quad. Utrunque dempto B quad. tum omnibus per A divisus, deinde omnibus ductis per R quad.



V u 3

demum factâ Antithesi A in R quad. — A in S quad. æquatur 2 S in B in R. Quare revocatâ ad Analogiam æquatione, est ut R quad. — S quad. ad 2 S in R, ita B Radius ad A Tangentem quæsitam. Tum fiat ut R ad S ita A inventa ad aliud, & erit excessus secantis, qui additus Radio B dabit quæsitam secantem.

Sit R 3, S 2: horum quadratorum 9 & 4 differentia est 5; duplum rectangulum sub R & S est 12. Igitur ut 5 ad 12, ita B Radius 100000 ad 240000 Tangentem gr. 67. 22'. 48". Iterum ut 3 ad 2 ita 240000 ad 160000 excessum secantis; Igitur addito Radio, Secans quæsitâ est 260000; quæ etiam in Canone responderet eidem angulo.

Itaque generatim loquendo, fiat ut differentia inter quadrata terminorum datæ Rationis ad rectangulum bis sub iisdem terminis comprehensum, ita datus Radius ad aliud, & proveniet Tangens quæsitâ; quæ habita faciliè dabit secantis excessum in Ratione datâ.

Quod si rem Geometricè perficere velis, circa majorem Rationis datæ terminum R describe semicirculum, & in eo accommoda minorem Rationis terminum S; nam linea T dabit quadratum, quod est differentia quadratorum ex R & ex S, ut est manifestum ex eo, quod angulus in semicirculo est rectus per 31. lib. 3. & ex 47. lib. 1. quadratum unius lateris circa rectum est differentia quadratorum hypotenusæ & reliqui lateris. Deinde inter alterutrum terminorum duplicatum, & reliquum terminum quære mediam proportionalem, & sit V potens quadratum æquale duplo rectangulo sub terminis datis. Quoniam verò ex 20. lib. 6. quadrata sunt in duplicatâ Ratione laterum, & T quadratum ad V quadratum est in duplicatâ Ratione T ad V; inveniatur tertia proportionalis X. Demum ut T ad X ita fiat B ad Z, quæ est quæsitâ Tangens, & ad angulum rectum constituta cum Radio B dabit hypotenusam secantem quæsitam, quæ cum Radio constituet quæsitum angulum.

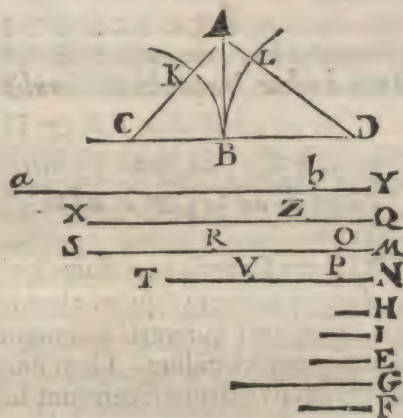
Vel etiam ex corollario prop. 2. fiat ut differentia quadratorum ex R & ex S ad S quadratum, ita duplum Radij B ad excessum secantis: deinde hic excessus inventus ad Tangentem quæsitam fiat ut S ad R; & summa ex dato Radio atque excessu invento dabit quæsitam secantem.

PROPOS I

PROPOSITIO VII.

*Datâ Tangente communi duorum circularum inequalium, & datis
Rationibus excessum Secantium ad eandem Tangentem,
invenire Circulorum Radios.*

Si super lineam CD indefinitam erecta ad perpendicularum
Srecta AB, quam in B oporteat tangere duos circulos inæ-
quales, ita ut sit Tangens
duorum angulorum inæ-
qualium, excessus autem
secantis unius sit ad da-
tam Tangentem ut E ad
G, alterius verò secantis
excessus sit ad eandem ut
F ad G : & hujusmodi
circularum semidiamet-
ros invenire oporteat.



Fiat ut G ad E ita AB
data ad H ; & ut H ad
AB ita AB ad MS, ex
quâ dematur MO ipsi H
æqualis, reliquæ OS se-
missi RS æqualis suma-
tur BD pro Radio circuli BL. Item fiat ut G ad F ita AB
data ad I ; & ut I ad AB ita AB ad NT, ex quâ dematur
NP æqualis ipsi I, & reliquæ PT semissi VT æqualis statua-
tur BC semidiameter circuli BK. Junctis CA, & DA erunt
excessus secantium supra suos Radios ad Tangentem, videlicet
KA & LA ad AB in datis Rationibus.

Quia enim recta TP secta est bifariam in V, & adjecta est
illi PN, per 6. lib. 2. quadratum NV est æquale quadrato VT
(hoc est quadrato CB) unâ cum rectangulo TNP : huic au-
tem rectangulo, ex 17. lib. 6. æquale est quadratum AB, quæ
ex constructione est media proportionalis inter PN, hoc est I,
& NT. At iisdem quadratis CB & BA simul sumptis æquale
est

est quadratum CA ex 47. lib. 1. igitur quadratum CA æquatur quadrato NV , & linea CA æqualis est lineæ NV . Sunt autem VP & CK æquales (nam & æquales sunt lineis VT & CB) ergo etiam KA reliqua æqualis est reliquæ PN , hoc est I . Cum itaque I ad AB sit ut F ad G ex constructione, etiam KA ad AB est in eadem datâ Ratione F ad G .

Nec dissimili methodo utendum erit ad ostendendum LA ad AB esse in datâ Ratione E ad G : id quod indicasse sufficiat, nec pluribus est opus. Quare CB & DB sunt quæsiturum circulorum semidiametri.

PROPOSITIO VIII.

Datis duobus inæqualibus, circulis se contingentibus in B , datisque eorum Radiis CB & DB , invenire Tangentem communem BA , ad quam secantium excessus habeant datas Rationes E ad G , & F ad G .

Oportet secantis excessum, qui ad Tangentem habet majorem Rationem, quàm alter excessus; pertinere ad minorem circulum; qui verò minorem Rationem habet, pertinere ad majorem circulum. Cum enim rectangula sub excessibus & aggregatis suarum secantium suorumque Radiorum sint inter se æqualia, ut pote ex 36. lib. 3. eidem Tangentis quadrato æqualia, erit per 16. lib. 6. ut excessus secantis majoris circuli ad excessum minoris, ita aggregatum ex secante & Radio minoris ad aggregatum ex secante & Radio majoris. Sicut ergo eadem Tangens habet majorem Rationem ad Radium minoris circuli quàm ad Radium majoris, subtenditque majorem angulum in circulo minori quàm in majori; ita suæ secantis excessus habet majorem Rationem ad eandem Tangentem, quàm excessus secantis minoris anguli in circulo majori.

Sit itaque major Ratio F ad G quàm E ad G , & pertinebit ad circulum minorem. Fiat ut F ad G ita G ad QX , ex qua dematur QZ æqualis ipsi F . Tum fiat ut XZ ad ZQ , ita minoris Radij duplum TP ad PN : & inter PN & NT inveniat media proportionalis BA , quam ex B ad perpendiculum erectam

rectam jungat cum centro C rectâ CA : nam KA ad Tangentem AB habet datam Rationem F ad G. Cum enim eadem AB, quæ ex constructione est media inter PN & NT, sit etiam ex 36. lib.3. & 17. lib.6. Media inter KA & ACB, & extremarum NT & ACB excessus supra sibi respondentes extremas PN & KA sint ex constructione æquales (sunt scilicet PT & KCB duplum Radij CB) etiam ipsæ extremæ sunt æquales, nimirum NT æqualis ipsi ACB, & PN, æqualis KA. Atqui ut XZ ad ZQ, ita ex constructione TP ad PN, & componendo atque convertendo ut ZQ ad QX ita PN ad NT; ergo etiam ut ZQ ad QX ita KA ad ACB. Quare sicuti ZQ ad QX est duplicata Rationis F ad G ex constructione, etiam KA ad ACB est ejusdem Rationis F ad G duplicata; ergo KA ad mediam AB, hoc est Excessus secantis ad Tangentem, est ut F ad G.

Eadem methodo fiat ut E ad G ita G ad Ya, ex quâ dematur Yb æqualis ipsi E : & fiat ut ab ad bY, ita Radij majoris BD duplum SO ad OM; atque inter OM & MS erit media proportionalis eadem AB: similique ratiocinatione ostendetur excessum LA ad Tangentem AB esse in datâ Ratione E ad G.

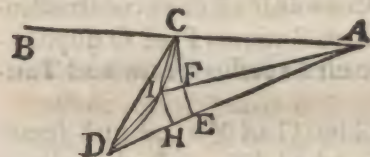
Ut in praxim res facilius deduci queat, exemplo illustretur. Sit Radius minor CD 12, F ad G ut 16 ad 35 : inveniatur his tertia proportionalis QX $76\frac{2}{5}$. Dematur F 16, remanet XZ $60\frac{2}{5}$. Fiat ut $60\frac{2}{5}$ ad 16, ita Radij duplum TP 24 ad PN $6\frac{2}{5}$ proximè. Est ergo NT $30\frac{2}{5}$. Inter $6\frac{2}{5}$ & $30\frac{2}{5}$ media est 14.

Item sit Radius major BD 18, E ad G ut 12 ad 35 : inveniatur his tertia proportionalis Ya $102\frac{1}{5}$, & auferatur E 12, remanet ab $90\frac{1}{5}$. Fiat ut $90\frac{1}{5}$ ad 12, ita Radij duplum SO 36 ad OM $4\frac{2}{5}$. Est ergo MS $40\frac{2}{5}$. Inter $4\frac{2}{5}$ & $40\frac{2}{5}$ est media proportionalis 14 : in his autem exemplis neglectæ sunt fractionculæ.

PROPOSITIO IX.

Si duorum circularum se exterius contingentium centra jungat recta linea, & ab unius centro ad alterius convexam peripheriam recte ducantur, subtensa arcus abscissi major est quàm differentia linearum angulum in illo centro constituentium.

DUorum circularum centra sint A & B, qui se tangant in C, & jungat centra recta AB. Ex centro A in alterius convexam peripheriam ducatur recta AD abscindens arcum CD. Dico linearum AD & AC angulum in centro A constituentium differentiam ED minorem esse subtensâ CD. Quia ex 20. lib. I. duæ



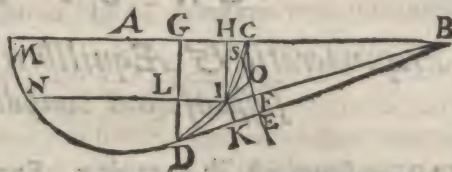
lineæ AC & CD simul majores sunt rectâ AD; auferantur AC & AE æquales, remanet CD major quàm ED. Similiratione CI major est quàm IF. & si sumatur angulus IAD, etiam ID major est quàm DH differentia inter AI & AD, quia in triangulo AID duo latera AI & ID majora sunt reliquo DA, demptisque æqualibus AI & AH remanet ID major quàm DH.

PROPOSITIO X.

Si duo circuli se exterius contingant, & in uno æquales arcus sumantur, ad quorum extremitates ducantur recte à centro alterius circuli; differentia sinuum arcus simpli & dupli ad differentiam Excessum harum rectarum supra suum Radium habet minorem Rationem, quàm sinus arcus simpli ad Excessum lineæ ad ipsum ductæ.

Sint duo circuli, quorum centra A & B, se contingentes in C, sumantur æquales arcus CI & ID, ad quos ex centro B ducantur

ducantur rectæ BI & BD secantes circulum CE in F & E :
 Radius B excedunt excessibus FI & ED, qui ex 8. lib. 3. in-
 æquales sunt, & ma-
 jor est ED quàm FI
 differentiâ KD. Ar-
 cum subtensæ CI
 & ID æquales sunt,
 sinuum IH & DG
 differentia est LD.
 Dico majorem Ra-
 tionem esse HI ad IF, quàm LD ad DK.



Primo ducantur rectæ EF, KI: EF autem producatur ita, ut occurrat rectæ DI productæ in O. Quia triangula BFE & BIK sunt isofcelia, & angulus BEF æqualis est angulo BKI, rectæ EO & KI ex 28. lib. 1. sunt parallelæ: igitur ex 2 lib. 6. in triangulo DOE ut DI ad IO, ita DK ad KE: Atqui DI major est quàm IO, ergo etiam DK major quàm KE. Probatur autem DI majorem esse quàm IO, quia DI æqualis est ipsi CI ex hypothefi; punctum verò O est extra circumulum CE, quem linea EFO secat: ergo linea EF producta occurrat lineæ IC citrà punctum C in S. Sed quoniam angulus BEF est acutus, qui est illi deinceps DEO est obtusus; ergo per 16. lib. 1. externus DOS multo magis est obtusus: ergo per 19. lib. 1. major est IS quàm IO, ergo multo major est IC quàm IO, hoc est ID major est quàm IO.

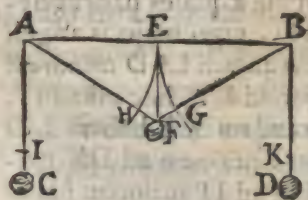
Deinde angulus MCI major est angulo NID, majori enim
 areui MDI ille insistit, hic autem minori NDE ex 33. lib. 6.
 triangula verò HIC & LDI rectangula æquales habent hy-
 pothenusas, hoc est Radios CI & ID, ergo majoris anguli
 HCI major est sinus HI; minoris verò anguli LID minor est
 sinus LD. Igitur ex 8. lib. 5. HI major ad KE, hoc est ad IF,
 habet majorem Rationem quàm ad eandem KE habeat LD
 minor: & eadem LD habet minorem Rationem ad DK ma-
 jorem quàm ad KE minorem: Ergo HI ad IF majorem habet
 Rationem, quàm LD ad DK.

CAPUT XII.

*Præponderatio & Æquilibras gravium fune
suspendorum consideratur.*

Propositum est lib. 2. cap. 5. Experimentum, ejus hic symptomata explicanda, causam afferendo omnino consonam iis, quæ sæpius inculcata sunt. Funiculi extremitatibus alligantur pondera prorsus æqualia; tùm claviculis duobus à se invicem aliquo intervallo disjunctis, sed in eâdem horizontali lineâ constitutis (exquisitè tamen, quoad ejus fieri poterit rotundis atque politis, ne suâ asperitate motui impedimento sint) funiculus imponitur. Deinde tertium pondus assumitur duobus illis simul acceptis levius, aut singulis illis æquale, aut etiam illis minus, & funiculo inter utrumque claviculum adnectitur: hoc sibi dimissum ita duobus illis ponderibus, quæ ob gravitatis æqualitatem sibi mutuo nisu obstitabant, ne moverentur, prævalet, ut ipsum descendens vi suæ gravitatis cogat utrumque illud ascendere. Id quod admiratione carere non potest, cum duo majora pondera, suum æqualem conatum singula vicissim elidentia, conjunctis viribus minori gravitati præstare non valeant.

Funiculo C A B D jungantur æquales gravitates C & D ex claviculis A & B pendentes, quæ æqualiter deorsum conniten-



C quidem in I, D verò in K. Quapropter funiculo EBD æqualis est funiculus FBK, & funiculo EAC æqualis est funiculus FAI: cum autem rectæ BE & BG æquales sint (nam centro B, intervallo BE descriptus est arcus)

arcus) his ablati, BD æquatur ipsi FG plus BK; & demptâ communi BK, remanet GF æqualis ipsi DK. Eâdem ratione HF ostenditur æqualis ipsi CI. Est igitur mensura motûs ponderum C & D ascendentium HF G, ponderis verò intermedij descendenti EF. At ex prop. i. capitis superioris Tangens EF major est secantis BF excessu GF, item secantis AF excessu HF: contingit autem aliquam Tangentem majorem esse utroque excessu simul sumpto: potest igitur gravitas minor velocius descendens præstare utrique ponderi tardius ascendi.

Quamdiu itaque spatium descendenti per Tangentem majus est spatio ascendentium, quod metitur excessus secantium, ita ut Ratio motûs descendenti ad motum ascendentium major esse possit Ratione, quam habent pondera extrema ad pondus intermedium; hoc minore illa majora præponderantur. Ubi verò eò ventum sit, ut jam neutra Ratio alteri præstet, tunc pondera subsistunt, & quies est. Si demùm ponderi intermedio pondus addatur, vel vis aliqua inferatur ponderis vicem subiens, utique adhuc descendit, quia Ratio ponderum extremorum ad pondus intermedium auctum facta est minor; sed sublato hoc ponderis additamento, illa extrema majorem habent Rationem ad pondus intermedium, quàm possit esse motuum reciproce sumptorum Ratio; ac proinde illa descendentia hoc tantisper elevant, dum fiat Rationum æqualitas.

Non est autem hîc opus ea, quæ uberius superiore libro explicata sunt, replicare, videlicet, gravium resistantiam, ne moveantur, non esse attendendam penès ipsam gravitatem dumtaxat, verùm etiam motûs, qui situm ipsum atque positionem consequeretur, velocitate aut tarditate dimetiendam; hanc verò unius tarditatem cum alterius velocitate comparari non posse nisi ex longitudine spatiorum, quæ utrumque eodem temporis intervallo percurreret. Ex quo manifestâ consequuntione conficitur satis esse, si spatiorum inæqualitas aut æqualitas ostendatur; ut præponderatio aut æquilibritas innotescat: ac propterea satis est hîc secantium excessus cum Tangente comparare; hæc enim ponderis intermedij, illi ponderum extremorum motum definiunt.

Quapropter animum in rem ipsam attentius intendentes observamus descendenti ponderis intermedij funiculum BFA

X x 3

cum horizontali lineâ BA angulos constituere ad B & A primum quidem acutissimos, deinde majores & majores; ac propterea Tangentis ad Excessum secantis Rationem semper minui ex propol. 3. ideoque tandem ad eam deveniri Rationem, quæ non sit major Ratione ponderum reciproce sumptorum. Quid igitur mirum, si tandem fiat quies, ubi non est Rationum inæqualitas? Vicissim autem quia ponderum certa est Ratio; certa est etiam Ratio Tangentis ad Excessum secantis certi cujusdam anguli; igitur ex eadem prop. 3. minoris anguli Tangentis ad Excessum suæ secantis majorem habet Rationem, quam sit Ratio ponderum reciproce: ideoque pondus in E constitutum positionem habens, ex quâ aliquis major motus deorsum consequi potest, quam ascendant extrema pondera, descendit, & superat eorum resistantiam. Sed quoniam suppositâ extremis ponderibus manu ita elevare ea possumus, ut pondus intermedium descendens funiculumque intendens constituat ad B & A angulos, quorum communis Tangens EF habeat ad Excessum secantium HFG Rationem minorem, quam sit reciproce Ratio ponderum extremorum ad pondus intermedium, satis constat, cur illa extrema præponderent, cum & plus gravitatis & majora momenta, hoc est propensionem ad majorem motum, obtineant. Quamvis enim ex prop. 4. differentia inter Tangentes duorum in eodem circulo arcuum inæqualium major semper sit differentia, quæ inter eorundem secantes intercedit; quia tamen ex prop. 5. Ratio hæc semper sit minor, quò anguli augentur, idcirco si Tangens sit duobus circulis communis, fieri potest, ut utriusque circuli secantium differentia simul sumptæ majores sint ipsâ Tangente, vel saltem Tangens ad illas simul sumptas eam habeat Rationem, quæ minor sit Ratione ponderum reciproce.

Et ut veritas exemplis ante omnium oculos posita nullum dubitationi locum relinquat, data sit Ratio extremorum ponderum ad pondus intermedium, & inquiratur Tangens similem Rationem habens ad utriusque secantis Excessum: intelligatur autem hic facilitatis gratiâ punctum E omnino æqualiter distans ab A & B ita, ut æquales etiam sint secantium excessus HF & GF. Et primò quidem ponatur pondus medium æquale singulis extremis. Est igitur quæsita Ratio dupla Tangentis

EF

EF ad Excessuum summam HFG, cujus summæ semissis est GF, atque adeò Ratio Tangentis EF ad GF est quadrupla, hoc est ut 4 ad 1. Ergo ex corollar. prop. 2. ut quadratum Excessûs ad differentiam inter quadrata Excessûs & Tangentis (sunt autem quadrata 1 & 16) hoc est ut 1 ad 15, ita excessus secantis ad duplum Radij BE. Quare Excessus secantis ad Radium BE est ut 1 ad $7\frac{1}{2}$. Posito igitur Radio BE 100000, Excessus secantis GF est $13333\frac{1}{3}$, & ejus quadrupla Tangens EF $53333\frac{1}{3}$ dat angulum EBF gr. 28. 4'. 21", cujus secans BF est $113333\frac{1}{3}$. Distantia AB statuatur pedum quatuor, hoc est digitorum 64: est BE dig. 32. Igitur ut BE 100000 ad GF 13333, ita BE dig. 32. ad GF dig. $4\frac{1}{4}$. & Tangens hujus Excessûs quadrupla erit descensus EF dig. 17, ascensus verò DK aut CI dig. $4\frac{1}{4}$ singuli, & ambo simul $8\frac{1}{2}$. In omnibus igitur angulis minoribus angulo gr. 28. 4'. 21". Ratio Tangentis ad Excessuum secantium summam major est Ratione duplâ, quæ est ponderum Ratio, in angulis verò majoribus minor est Ratione duplâ: ac propterea ibi pondus intermedium superat extrema, hîc superatur ab illis, & quiescunt in invento angulo gr. 28. 4'. 21".

Generaliter autem ut invenias, quantum ascendere possint extrema pondera vi ponderis medij descendents, sit nota Ratio ponderum: tùm minoris termini Rationis datæ semissem accipe (quia unicus Excessus hîc sumitur, & pondus medium æquali intervallo distat ab A & B) & hujus semissis quadratum deme ex quadrato termini majoris: Deinde fiat ut hæc quadratorum differentia ad quadratum illius semissis, ita duplum Radij, hoc est tota claviculorum distantia AB ad aliud, & erit Excessus unius secantis, quæ est mensura ascensus æqualis ponderum DK aut CI.

Ponderum extremorum Ratio simul sumptorum ad intermedium sit ex. gr. ut 7 ad 6: termini minoris 6 semissis est 3, cujus quadratum 9 ex 49 quadrato termini majoris 7 deme, & est differentia 40. Distantia claviculorum A & B sit digitorum 80; fiat igitur ut 40 ad 9 ita 80 ad 18, & vi ponderis illius intermedij poterunt extrema pondera ascendere dig. 18. Ut verò innotescat, quantum descendat pondus medium, inter Excessum

secantis

secantis 18, & 98 summam secantis & Radij, quære mediam proportionalem, & ex prop. 2. hæc est Tangens dig. 42: duplicatus autem 18 pro utroque excessu secantis dat 36, atque motuum Ratio 42 ad 36 eadem est cum reciproca Ratione ponderum 7 ad 6. Quòd si angulum EBF tantummodo quæris, quem funiculus FB constituit cum horizontali AB, fiat similiter ut 40 ad 9 ita Radij duplum 200000 ad 45000 Excessum Radio addendum, ut habeatur secans 145000 gr. 46. 24'.

Ex his facillè intelligitur cur pro majore claviculorum A & B intervallo pondus medium magis descendat, quia scilicet attendenda est anguli magnitudo, ex qua pendet Tangentis & secantis Ratio; ubi verò major est Radius, majorem quoque esse similis anguli Tangentem atque secantem manifestum est. Quare si exiguum sit pondus medium, & vix appareat, an ab illo extrema pondera eleventur, atque dubitetur, an ideò solum illud descendat, quia funiculum magis intendit; adhibe longiorem funiculum, cui eadem pondera adnectas, & augeatur, quantum opus fuerit, claviculorum A & B intervallum; demum enim apparebit extremorum ponderum ascendentium motus: acutissimus scilicet angulus in majore circulo habet secantis Excessum supra Radium faciliùs notabilem quàm in minore. Sic vides posito Radio habente unitatem cum septem cyphris, non inveniri Excessum secantis nisi gr. 0. 1'. 10". unitatem: at posito Radio cum quindecim cyphris, habetur ejusdem anguli secantis Excessus supra Radium partium 57585857: immò habetur etiam unius secundi secans, cujus Excessus supra Radium est 11752.

Hinc etiam desines mirari, cur longiores funes aut catenæ nullâ vi ita intendi possint, ut in lineâ horizonti parallelâ rectam positionem habentes consistent, sed aliquantulum saltem inflectantur; quia nimirum insitum funi aut catenæ pondus idem præstat, quod in hoc experimento pondus in medio appensum. Id quod nautæ non ignorantes sæpius malunt uni anchoræ funem duplo longiorem adnectere, quàm duabus anchoris simplici & subduplo fune instructis navem firmare: nōrunt siquidem longè majore vi opus esse ut funis longitudinem habens ducentorum cubitorum intendatur, quàm si centum tantummodo cubitorum longitudo esset; ac proinde undarum impetum

impetum longior funis facilius eludit, eoque minus timendum est, ne dirumpatur, quò difficilius intendi potest.

Simile quiddam dicendum videtur, cum longiorum prismatum aut cylindrorum extremitates subjectis fulcris totam longitudinem horizonti parallelam in aëre quasi suspensam sustinent; suo enim pondere si non franguntur, saltem curvantur; id quod brevioribus cylindris aut prismatis non contingit. Quia videlicet ex ipsâ positione partes, quæ in mediâ longitudine locum obtinent, & quæ his proximæ sunt, aptæ sunt velocius moveri quam remotiores: & quemadmodum pondus in medio positum descendens vincit resistantiam extremorum ponderum ascendentium, ita vis harum partium mediarum superat vim, quâ partes invicem neuntur, ac proinde distractæ flectuntur saltem, & demum separantur.

Sed antequam planè ex animo effluat, unum hîc observandum (de quo fortasse maluisses initio præmoneri) aliud esse quod ex naturâ instituto, aliud quod ex iis, quæ accidunt, contingit. Quæ hæcenus diximus de Ratione motuum spectatis ponderum gravitatibus, intelligenda sunt, nisi quid interveniat, quod legem hanc infringat; cujusmodi est aliqua funiculi remissio, vel minor intensio, ita ut hîc facilius à medio pondere descendente adhuc intendatur, quam extrema pondera eleventur; ubi enim eò devenerit pondus medium, ut intentus funiculus cum lineâ horizonti parallelâ angulum faciat, cujus Tangens ad secantium Excessus Rationem habet reciprocam ponderum, ibi subsistit, etiamsi extrema pondera elevata non fuerint nisi juxta mensuram differentię secantium duorum angulorum, ejus videlicet quem demum funiculus constituit, & ejus qui funiculi remissionem ipsò motûs initio consequitur: quia ulterior descensus ad ulteriorem ascensum non haberet majorem Rationem, sed minorem Ratione ponderum reciproce sumptorum. Quòd si valde inæqualia fuerint pondera, evenire potest totam vim descendendi, quam pondus medium habet, absumi in funiculo intendendo; nec quicquam virium superesse ad extrema pondera attollenda.

Hûc etiam spectat impedimentum, quod ex funiculi claviculos terentis conflictu oritur; cum enim descendens ponderis medij momentum semper decrescat, ut ex prop. 3. constat,

Y y

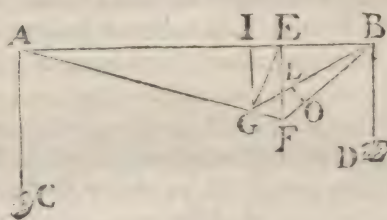
adeò extenuari potest, ut jam superare non valeat extremorum ponderum ascendentium momenta aucta momento, quod ex partium conflictu oritur; qui conflictus si non adesset, pergeret illud adhuc descendendo. Propterea si claviculos ipsos congruentibus rotulis inferas, adeò ut funiculus excavatæ absidi insideat, longè majorem motum faciliùsque perfici videbis; minùs enim rotula cum suo axe confligit, quàm funiculus cum claviculo, si illum terat; & quidem quò major fuerit rotula, circa eundem axem faciliùs volvitur, minor siquidem partium tritus fit, si cætera omnia sint paria. Simili modo si pondus medium plus æquo per vim deprimas, faciliùs suum in locum redibit adhibitis rotulis, quàm si funiculus claviculis insisteret: quia pondera extrema superare non valent & gravitatem ponderis mediij & impedimentum, quod oritur ex majori tritu funiculi & claviculorum, quàm rotularum & axium. Observabis etiam adhibitis rotulis pondus medium sibi relictum tanto impetu à lineâ horizonti parallelâ descendere, ut ex concepto impetu fines suos transiliat, ac idcirco desinente impetu, quem in motu acquisivit, iterum sursum trahi ab extremis ponderibus, quæ sicut minorem Rationem habebant ad gravitatem ponderis mediij auctam impetu acquisito, ita majorem Rationem habent ad eandem spoliata illo impetu.

Porro hæc quæ hætenus de pondere in mediâ planè distantiâ inter claviculos aut rotulas constituto dicta sunt, intelligenda sunt pariter de pondere claviculorum intervallum inæqualiter dividente, quod quidem spectat ad æquilibrium aut præponderationem propter Rationum æqualitatem aut inæqualitatem. Peculiare tamen aliquid observandum est, videlicet aliquando contingere, ut hoc pondere medio descendente pondus proximum ascendat, remotum verò descendat, utroque autem pondere extremo ascendente magis ascendere quod proximum est, minùs quod remotum. Hujus inæqualis ascensûs (si pondus medium rectâ ad perpendicularum descendat) causa in promptu est ex iis, quæ prop. 8. indicata sunt, nam eisdem Tangentis quadrato æqualia sunt, atque adeò & inter se æqualia, rectangula, quæ fiunt sub Excessu secantis & aggregato secantis & Radij: sunt igitur ex 14. lib. 6. Excessus secantium reciproce in Ratione aggregatorum secantis & Radij:

dij: quapropter ubi major est Radius & secans, ibi minor est secantis Excessus, hoc est remoti ponderis ascensus, & contra ubi minor est Radius & secans, ibi major est secantis Excessus, hoc est ponderis proximi ascensus.

Cur autem aliquando proximum pondus ascendat, atque remotum descendat, quando nimirum valde inæquales sunt ponderis medij à claviculis distantia, hinc fit, quod idem pondus ex longiore funiculo majorem habet vim descendendi, quàm ex brevioris; cui majori momento cum resistere debeat pondus proximum, facilius cedit descendent, atque adeò non rectâ deorsum tendit pondus medium, sed obliquè, accedendo ad pondus remotum, quod propterea descendit. Sic positum pondus in

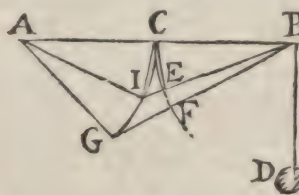
E valde inæqualia habet momenta comparatum cum extremis ponderibus D & C, quæ in punctis B & A exercent suas vires adversus pondus medium; quod ubi infra horizontalem AB descenderit, illico inæquales angulos cum horizontali linea AB constituit inflexus funiculus; ut si intelligatur pondus ex E venisse in F, angulus FBA major est angulo FAB ex 18. lib. 1. quia latus AF est majus latere FB. Igitur angulus FBD, quem funiculus inflexus FB facit cum perpendiculari BD minor est angulo FAC; ergo ex dictis lib. 1. cap. 15. pondus in F minora habet momenta ad descendendum versus perpendiculum BD, quàm ad descendendum versus AC, & quidem duplici titulo, scilicet anguli FBD minoris, & funiculi FB brevioris. Cum itaque pondus illicò ac ex E descendit magis pronum sit ad descendendum versus perpendiculum AC, non per rectam EF perpendicularè descendit; sed obliquè per lineam EG, ita ut funiculus GA brevior sit funiculo EA, ac propterea cedit ponderi C deorsum trahenti. Et quia funiculus GB longior est funiculo FB, & multo magis funiculò EB, propterea aliquando contingere potest pondus D magis ascendere, quàm ascenderet, si E fuisset planè in mediâ distantia inter A & B. Ex quo etiam fit descensum perpendicularem ponderis medij minorem esse; nam punctum G



minus distat ab horizontali AB, quàm punctum F, & tamen major est differentiâ inter EB & GB; ideò minor est Ratio IG ad Excessum GL, quàm EF ad Excessum FO.

Hanc momentorum inæqualitatem perspicies, si pondus medium singulis extremis æquale inter claviculos æqualiter constitutum descendere permittas, suoque in loco cōsistere; cum enim æqualis sit funiculorum illud sustinentium longitudo, & æquales faciat angulos tū cum horizontali, tū cum perpendicularibus, contra utrumque extremum æqualibus momentis pugnat, ac rectā ad perpendicularum descendit. Tum alteri extremorum aliquid adde ponderis; hoc utique descendens secum rapit & ponderis medij & reliqui extremi gravitates, quas cogit ascendere, donec ea fiat funiculorum inæqualitas, ut momenta, quæ pondus medium habet ad descendendum ratione distantia à claviculo remotiori, jam superari non valeant à pondere illo extremo cum suo additamento.

Nec dispar est philosophandi methodus, cum funiculi extremitas alterutri claviculo alligatur, unico pondere in alterâ extremitate pendente ex altero claviculo: pondus enim inter claviculos funiculo adnexum, quia velocius movetur descendendo, quàm reliquum pondus ascendendo, superare potest illius gravitatem. Sit enim funiculus alligatus in A, & pendeat pondus D ex claviculo B: pondus (utrùm æquale sit, an majus, an minus, parum refert) adnectatur in C: utique descendens describit arcum C I circa centrum A; est autem funiculus I B longior quàm C B ex 8. lib. 3. Sed quoniam duo latera B C &

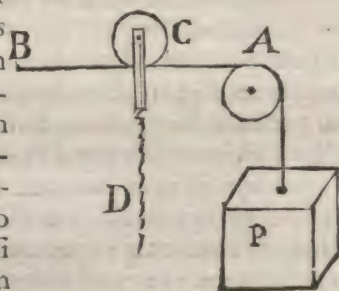


lib. 3. propterea ad momentorum æqualitatem venit, ubi demùm quiescit. Quantum autem descendat, pendet ex ipsius ponderis gravitate absolutâ sive majori, sive minori, sive æquali comparatâ cum pondere D, & ex distantia à centro A: si enim valde propinquum sit centro, parùm descendit, etiam si cæteroqui gravius sit; & si per vim adhuc deprimatur, ut veniat in G, cessante vi extrinsecus illatâ pondus D descendens illud iterum attollit.

Cave tamen ponderis medij descendentis momenta metiaris ex arcu, quem describit, sed potiùs illa definienda sunt ex ipso descensu perpendiculari, cum moveatur vi suæ gravitatis. Quoniam verò æqualibus arcubus descriptis non respondent paria perpendicularium linearum incrementa ex prop. 10. sed semper minora fiunt; contra verò incrementa secantium augmentur, hinc est deveniri ad momentorum æqualitatem, ita ut pondus medium gravius pondere extremo aptum sit minùs descendere quàm illud ascenderet secundum reciprocam Rationem gravitatum.

Hinc elici potest compendium aliquod in attollendo pondere cæteroqui valde gravi; sit enim pondus P attollendum fune circumducto rotula A: quò longior funis potest alligari in B, eò faciliùs sequetur motus, si ad servandam in mediâ distantia positionem potentia moventis simplicem trochleam aut annulum in C addideris, cui inseratur funis B A: nam applicata potentia in D deorsum trahens multo faciliùs attollet pondus P, quàm si arreptâ funis extremitate B idem onus elevare conaretur ad eam altitudinem, ad quam attolleretur à pondere in C adnexo, quod æqualibus viribus præditum esset cum potentia in D trahente. Ubi jam sit attollendi difficultas, suppose aliquid ponderi P, cui illud incumbat, nec contra funem conetur: tùm iterum funem intende, & alliga in B, ut sit A B horizonti parallelus, & iterum in D deorsum trahens priorem facilitatem experieris: id quod toties iterari poterit, quoties opus fuerit.

Ex his omnibus, quæ toto hoc capite disputata sunt, manifestum est non referendas esse machinarum vires ad Rationes

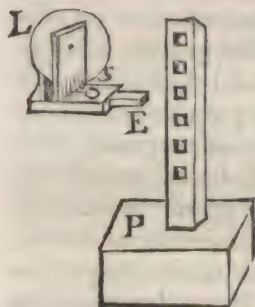


circuli aut Vestis, quandoquidem hic videmus minori pondere majus pondus moveri absque ullo motu circulari.

CAPUT XIII.

An aliqua sit Libræ obliquæ utilitas.

Libram obliquam vocat Simon Stevinus Static. lib. 3. prop. 6. Rotulam L funiculi in excavatâ apside capace pondus



cum æquipondio jungentis, & in suo loculamento facillimè versatilem, cujus particula extans E possit pro re natâ eximi, atque iterum inferi foraminibus, quibus exactè congruat, tigilli P firmè infixi pedî satis gravi, ne valeat à ponderis examinandi gravitate rapi & inclinari. Hanc ille ad ponderum obliquorum momenta investiganda utilem existimavit, eamque sæpiùs ingerit Static. lib. 1. prop. 19. & seqq. quam-

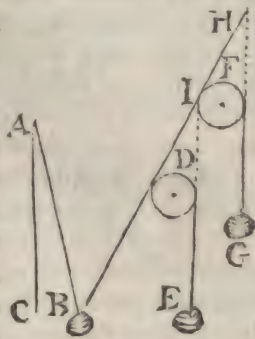
vis semper illam cum elevante directo conjunctam adhibeat. Propterea, an aliquid ex illâ emolumenti, si solitaria adhibeatur, capere possimus in ponderum momentis investigandis sive suspensorum, sive in plano inclinato jacentium, hic examinare operæ pretium fuerit; nam & à superioris capitis argumento non aliena videtur esse præsens disputatio.

Antequam verò rem aggrediar, monendum te censeo, Amice Lector, opportunius accidere, si tigilli perforati loco cylindrum in cochleam efformatum statueris, cui congruat in similem helicem excavatum foramen S in rotulæ L loculamento: sic enim faciliùs elevabitur aut deprimetur rotula, prout exigit ipsius ponderis positio.

Dupliciter itaque contingere potest ponderis obliquitas, seu quia suspensum non in eodem perpendiculo, in quo est punctum suspensionis, habet centrum suæ gravitatis, seu quia plano inclinato incumbit; utroque enim in casu momenta habet ad descendendum, quæ communi libræ aut stateræ vestigare utique non possumus: an libræ obliquæ ope id assequemur? Et primò quidem si pondus examinandum è funiculo suspensum fuerit, ejusque momenta pro variâ declinatione à suo perpendiculo inqu-

rantur

rantur, res manet incerta, si in praxim deducatur, quia plurimum interest, quâ obliquitate inclinetur, atque à suo perpendiculo deflectat funiculus libræ obliquæ, si maximè cum diversâ obliquitate jungatur dispar funiculi illius longitudo. Nam ex A suspendatur pondus B habens B A C angulû declinationis à suo perpendiculo A C; & primum sit libra obliqua D, itaut æquipondium E retineat pondus B in eodem situ: deinde transferatur libra obliqua ex D in F, & æquipondium G retineat pariter in eodem situ pondus B cum declinationis angulo B A C. Si in eâdem rectâ lineâ sint B D F, nulla est momentorum inæqualitas, quamvis disparitas intercedat inter funiculi longitudines B D, & B F. Sin autem F paulo superior fuerit aut paulo inferior, jam B D & B F angulum in B constituunt, & momenta mutantur. Quoniam enim I E, & H G perpendiculares sunt parallelæ, in easque incidit recta B D F producta, anguli B I E, & B H G sunt æquales per 29. lib. 1. at verò si libra obliqua F non planè in eâdem rectâ lineâ, sed superiore loco collocaretur, angulum constitueret cum perpendiculo H G acutiorem, & inferius posita angulum efficeret minùs acutum. Quare pondus B, quò acutior est angulus, & magis accedit ad perpendiculû F G, eò etiam magis conatur contra F, & ad æquilibrium exigit majorem gravitatem in G, quàm cum angulus est minùs acutus. Id quod experimento allato superiori capite manifestum fit; si enim funiculi extremitates jungant pondera inæqualia, pondus intermedium magis accedit ad perpendiculum, in quo est major gravitas. Hinc quia valde incertum est in praxi, utrùm B, D, & F in eâdem sint rectâ lineâ, propterea etiâ incertû erit ex gravitate ponderis G inferre, quanta sint ponderis B momenta cum declinatione B A C: Nisi fortè duplicè instituas libræ obliquæ positionem in D, & in F, atque eodè semper pòdere tam in E quàm in G retineatur pondus B in positione eâdè. Ita tamè collocanda est libra obliqua, ut angulus A B D sit rectus; ex illo quippe æstimatur planû inclinatû, in quo pondus B conatur descendere, ut dictû est lib. 1. cap. 15. alioquin si acutus fuerit aut obtusus ille angulus, quamvis in eâdem declinatione B A C retineatur, valde inæqualia apparebunt momenta. Quis autem de anguli



anguli illius rectitudine certus fuerit? cū maximè re etiam *DB* oporteat ad perpendiculum insistere lineæ jungenti punctum *A* suspensionis cum centro gravitatis ponderis *B*. Exponere itaque, quod est in *E*, aut in *G*, nemo potest certò definire momenta ponderis *B* suspensi.

At si dato quopiam plano inclinato jaceat pondus, velisque librâ hujusmodi obliquâ explorare, quanta habeat pro eâ plani inclinatione ad descendendum momenta, ego sanè nihil certi affirmare auderem; quippè qui semper incertus hæreret, an æquipondium libræ obliquæ indicaret ipsa momenta ponderis in plano inclinato pro ratione inclinationis; nam plani subjecti non omninò lubrica superficies, & ponderis illi incumbētis asperitas impediētes motum, non nihil detrahunt momenti ad descendendū. Cum verò pro diversâ inclinatione planū inæqualiter prematur ab insistente pōdere, adhuc eadem superficierū se contingentium asperitas magis obsistit motui, quò major est plani inclinatio declinans à perpendiculo. Quare adhuc magis incerta essent momenta, quæ ab æquipondio libræ obliquæ indicarentur.

Nihil aliud itaque commodi hinc sperari potest præter notitiā momenti, quod planorum asperitas detrahit momento descendendi. Si enim nota sit ponderis dati gravitas absoluta, & plani inclinatio innotuerit, videlicet angulus, quem planum inclinatum cum plano horizontali constituit, fiat ut Radius ad Sinum noti anguli inclinationis, ita gravitas absoluta dati ponderis ad momenta, quæ habet in plano inclinato: Tum librâ obliquâ exploretur, quanto æquipondio opus sit ad retinendum pondus in plano inclinato, ne deorsum labatur: nam differentia inter gravitatem æquipondij, & momenta inventa pro tali inclinatione indicabit, quantum impediēti oriatur ex planorum se contingentium asperitate, si æquipondij gravitas minor sit momentis, quæ ab hujusmodi inclinatione exiguntur. Sic ex. gr. sit ponderis dati absoluta gravitas unciarum 30, inclinationis angulus dati plani cum plano horizontali sit gr. 60. fiat ut 100000 Radius ad 86603 Sinum gr. 60. ita 30 ad 25.98". Si applicata libra obliqua æquipondium habeat solum unc. 24, manifestum est à planorum asperitate detrahi momenti partem ferè decimam tertiam, cū desint justo æquipondio ferè unc. 2. Verum & hinc observandum, opus esse funiculi, à quo pondus retinetur, parallelismum cum plano inclinato, prout ex iis, quæ de obliquis tractionibus lib. 1. cap. 16. dicta sunt, satis constat.

MECHA



MECHANICORUM

LIBER QUARTUS.

De Vecte.

H A CTENUS de instrumentis ad movenda pondera idoneis nihil, nisi fortasse obiter, dictum est: jam ad illa explicanda accedimus, quibus veteres facultatibus nomen indiderunt. Quamvis autem in quinque facultatibus enumerandis primum locum Vecti Pappus lib. 8. Collect. Math. non tribuat, placuit tamen de Vecte ante ceteras facultates disserere, est siquidem paratu facillimus, & ad subitum usum promptissimus, atque censeripotest, ut idem Pappus loquitur, *fortasse prameditatio motus circa excedentia pondera: statuentes enim quidam magna pondera movere* [quoniam primum à terrâ attollere oportet, ansas autem non habebant] quod omnes partes basis ipsius ponderis solo incumbere, paulum suffodientes, & ligni longi extremitatem subicientes sub onus, adducebant ex alterâ extremitate, supponentes ligno prope ipsum onus lapidem, qui Hypomochlium appellatur. Cùmque illis visus esset hic motus valde facilis, existimaverunt fieri posse, ut hoc pacto magna pondera moveretur. Vocatur autem tale lignum Vectis, siue quadratum sit, siue rotundum, & quanto propinquius oneri ponitur hypomochlium, tanto facilius pondus movetur. Hæc ille vectis ortum & procreationem quodammodo indigitans.

Contingere quidem potest, ut Vecte aliquando utamur ad sustinendum ingens pondus, non autem ad movendum, adeo ut potentia exigua sustinens, in alterâ vectis extremitate posita,

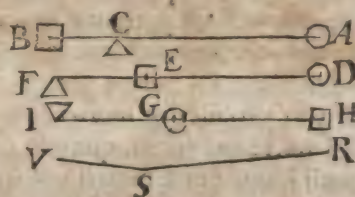
Zz

habeat rationem æquipondij retinentis pondus in oppositâ extremitate collocatum : & tunc locum habet Aristotelis sententia Mechan. quæst. 3. dicentis, *Ipsæ vectis est in causâ libræ existens, spatium inferne habens, in inæqualia divisa; hypomochlion enim est spatium, ambo namque sunt ut centrum.* Verum cum propriè, & pressè tunc facultas esse non videatur, neque exerceat munus vectis, quia non movet, sed sit quasi jugum stateræ; frustra Vectis quâ vectis est, ad libræ revocatur: præsertim cum aliquod vectis genus sit, in quo nullum libræ vestigium deprehendi potest, etiam si pondus cæteroqui ruiturum sustineat; si nimirum pondus ipsum inter vectis extremitates constitutum sustineatur, aut potentia ipsa sustentans medium locum occupet inter pondus & hypomochlium, ut infra dicitur. Quid enim pariter non revocetur libra aut statera ad Vectem, si ex altera jugi extremitate pondus addatur, quod ad oppositum pondus majorem habeat Rationem, quàm libræ, aut stateræ brachia reciproçè sumpta: tunc enim (quasi stateræ aut libræ centrum motus esset hypomochlium) sequitur motus prout ex vecte. Quemadmodum igitur libra aut statera ad ponderum æquilibrium instituta, non verò ad eorum motum, libræ aut stateræ munus non exercent in motu, quâ motus est; ita pariter vectis hypomochlium inter extremitates habens non exercet munus vectis in quiete: alioquin & vectis ad libræ, & vicissim libra ad vectem absurdo circulo revocaretur. Addè verò genus hoc vectis hypomochlium inter extremitates habentis, si adhibeatur ad onus in plano horizontali movendum, non verò ad illud sustentandum, nihil habere commercij cum librâ, onus si quidem nullam exercet vim suæ gravitatis adversus ipsum vectem, nam cessante potentiâ onus illicò quiescit; at in librâ sublato æquipondio pondus descendit. Quid si vecte utamur ad corpus leve infra aquam deprimendum? an erit illa libra inversa? Non igitur me frustra conficiam labore enitens rationes libræ in vecte recognoscere, sed ipsum per se considerans, quæ opportuniore censuero, disputabo.

CAPUT I.

Vectis forma, & vires explicantur.

VECTIS ob id ipsum quia Vectis est & Facultas mechanica, longitudo quædam est, in qua tria puncta assignantur, primum Potentiæ moventi, alterum Ponderi movendo, tertium Fulcro, seu Hypomochlio, cui innixus vectis tanquam ex centro duos arcus describens duplicem motum definit, Potentiæ videlicet & Ponderis, pro variâ illorum ab eodem fulcro distantia. Hinc quia tripliciter in hac longitudine tria hæc puncta disponi possunt, tria oriuntur vectis genera. Primum est vectis genus, cum extremitates occupantur à Potentia A & Pondere B, medius locus Hypomochlio C cedit. Secundum genus est, cum extremitati alteri F innititur vectis, alteri Potentia D adjungitur, & inter utramque extremitatem collocatur Ponderus E. Tertium genus est, cum Potentia & Ponderus loca secundi generis invicem permutant, Potentia G videlicet in medio, Ponderus H in extremitate constituitur, manente alterâ extremitate I tanquam motuum centro. Cum itaque nulla alia fieri possit trium hujusmodi punctorum diversa dispositio, patet tria solum Vectis genera excogitari potuisse: quod enim quartum Vectis genus, scilicet inflexum R S V comminisci quibusdam placuit, omnino ineptum est, quippe quod à primo genere nihil differt, nisi quia, loco subjecti fulcri, adnexum habet hypomochlium inter extremitates constitutum in S, ubi sinuatur in angulum, cui in motu innititur.



Quemadmodum autem inter hæc tria Vectis genera dissimilitudo, ita non modica inter eorum vires discrepantia interce-

Zz 2

dit. Primum enim genus, si ab hypomochlio inæqualiter dividatur longitudo vectis, ut ab eo plus distet Potentia, quam Ponderus, juvat Potentiam; secus verò, si Potentia & Ponderus æqualibus intervallis ab hypomochlio absint, aut propior sit Potentia quam Ponderus; Potentiæ etenim tunc vectis vel nihil affert adjumenti, vel plurimum detrimenti. Secundum genus Potentiæ laborem semper minuit, Tertium semper auget. Quoniam id pacto contingat, manifestum fiet, si vectis vires unde ortum habeant, aperiamus.

Certum est fieri non posse, ut pondus aliquod per vim moveatur, nisi potentiæ moventis virtus superet ponderis resistantiam; si enim pari conatu configerent, anceps esset victoria, & nullus esset motus; multo minus à potentiâ infirmiore, quam par sit, vinci poterit innata ponderis propensio. Hoc igitur ipso quod motus efficitur, argumento est potentiæ virtutem resistantiæ ponderis esse majorem: Quod verò pondus eodem temporis intervallo plus spatij aut minus decurrat, pro ratione excessus virium potentiæ supra ponderis resistantiam definitur; nam si perexiguus fuerit excessus, movebitur quidem pondus, sed tardè; sin autem potentiæ virtus longè excedat ponderis vires, eam celerior motus consequetur. Et hæc quidem intelligi hæcenus velim, quando potentia & pondus juxta æqualem spatij longitudinem pari velocitate promoventur, ut ipsa experientia omnibus manifestum facit; nemo siquidem dubitat, an currus à validioribus equis celerius quam à debilibus cantheriis trahatur; & à robustiore bajulo citius quam ab imbecilliore onus in destinatum locum transferri quotidie videmus.

Ut igitur vecte pondus moveri valeat, lex hæc eadem stabilis & firma permaneat, necesse est; ut ponderis resistantia minor sit virtute potentiæ moventis. Quia verò resistantia componitur ex innatâ ponderis gravitate, & ex motûs violenti tarditate aut velocitate, hoc est ex motûs hujusmodi quantitate intra datam temporis mensuram; propterea ita duo hæc temperari oportet, ut quod alteri additur, alteri dematur; ne adeò resistantia augeatur, ut jam minor non sit virtute potentiæ. Quare in vecte, cujus extremitati A potentia applicatur certæ virtutis, ita statuendus est hypomochlio C locus, ut comparato motu potentiæ in A cum motu ponderis in B, ea sit motûs B tarditas;

tarditas ; quæ addita gravitati ponderis B resistantiam componat minorem virtute movendi potentia A. Quoniam enim, manente puncto C tanquam centro motus potentia descendens & ponderis ascendentis, manifestum est eam esse motuum Rationem, quæ est Radiorum CA & CB idcirco quò major erit hujusmodi Radiorum inæqualitas, eò etiam major erit Ratio motus potentia ad motum ponderis, cujus tarditas gravitatem compensans minuet resistantiam, ut virtuti potentia, proportionem respondeat.

Hic verò, si rem paulò attentius introspicias, deprehendes tandiu solum admirationi esse machinarum vires, quamdiu causa occulta manet; quæ si in medium proferatur, admirationi nobis est ipsa nostra admiratio. Aio igitur potentiam tantundem planè motus in pondere efficere cum vecte conjunctam (idem de cæteri, pariter Facultatibus intelligatur, ne idem sæpiùs ad nauseam inculcare oporteat) ac si solitaria eodem conatu pondus aliquod secum pari velocitate adduceret, aut elevareret. Sit potentia A æqualiter, ac pondus B, distans à fulcro C; & quo conatu movetur potentia descendens spatio digitorum decem, dum arteria bis pulsât; cogat oppositum pondus libræ unius ascendere pariter eodem tempore per digitos decem; esse enim æquales oppositos hujusmodi motus, qui ex æqualibus Radiis arcus æquales describunt, certum est. Jam manente Radio CA, finge Radium CB mutilum atque decurratum adeò, ut sola ejus pars decima reliqua sit, & CB ponderis distantia ab hypomochlio sit subdecupla distantia CA potentia ab eodem hypomochlio: erit igitur motus in B subdecuplus motus in A. Quare pondus unius libræ in hac subdecuplâ distantia cum subdecuplo tardius moveatur (percurrit enim tempore eodem spatium subdecuplum) indiget solum subdecuplo impetu ejus, quem prius exigebat, ut æqualiter cum potentia moveretur. Totus igitur impetus ille, quem potentia ponderi unius libræ imprimebat, ut æquali velocitate pariter moverentur, illa descendendo, hoc ascendendo, si decem ponderibus similibus distribuatur, satis est, ut omnia illa moveantur subdecuplâ velocitate. Quia autem duorum arteria pulsum spatio singula ascendunt digitum unum, & sunt decem ascensus digitales, dum potentia descendit digitos decem, & dum potentia primo

arteriæ pulsu decurrit digitos quinque, decem illa pondera motum quinque digitorum perficiunt; singula videlicet per semidigitum (id quod pariter observari facile poterit in singulis minutioribus temporis particulis) tantumdem motus perficit potentia ac pondus, sive toto impetu uni libræ impressio libra una habeat motum decem digitorum, sive decimâ impetûs parte singulis libris impressâ, singula habeant motum digitalem: utrobique scilicet sunt decem motus digitales, sive unius ponderis, sive decem ponderum eodem tempore. Quis verò mireretur, si ille idem, qui decem aureis nobili hospiti splendidiores epulas parare posset, decem hominibus frugalem mensam instrueret singulis aureis in singulos homines tributis? Desinat igitur pariter mirari, si potentia eadem, quæ decem impetûs particulis libram unam secum pari velocitate movet, singulis particulis in singulas libras tributis moveat decem libras, singulas subdecupla velocitate; neque enim hic plus conatûs, quàm ibi, requiritur.

In hoc itaque Vectis vires sitæ sunt, quod ex Potentiæ & Ponderis positione ita temperantur motus, ut impetûs quem potentia ponderi imprimere valet, aut re ipsa imprimit, intensio respondeat tarditati aut velocitati motûs ipsius ponderis. Hinc si Potentia, & Pondus æqualibus intervallis ab hypomochlio distent; motus æquales sunt; & perinde ac si potentia solitaria sine vecte (si illa quidem vivens sit) attolleret pondus, vectis nihil juvat potentiam, quia pondus hoc recipit totam impetûs intensiorem, quàm illa efficere potest. Sin autem Potentia quidem magis, Pondus verò minus à fulcro absit, tardior ponderis motus minorem exigit impetûs intensiorem; ac proinde entitas eadem impetûs, quæ est intensivè minor, potest fieri extensivè major, & communicari ponderi majori, ac prius. Quare pro Ratione tarditatis motûs extenuatur impetûs intensio, atque ideò pro eadem Ratione augeri potest ponderis extensio; hoc est gravitas; ut quæ Ratio est velocitatis motûs in pondere æqualis velocitati motûs in potentiâ, ad tarditatem motûs in pondere minoris motu in potentiâ, eadem sit directè Ratio intensiōis impetûs in pondere æquè veloci ad intensiōnem impetûs in pondere tardiori, & reciprocè eadem sit Ratio ponderis tardioris majoris ad pondus illud minus, quod æquè velociter

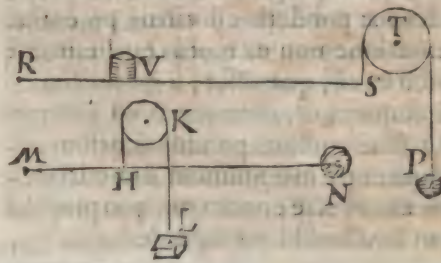
velociter cum potentia moveri potest. Quod si potentia propior fuerit hypomochlio, quàm pondus, potentia tardiùs, pondus movetur velociùs: plus igitur intensiõis impetùs requiritur in pondere quàm in potentia, adeò ut impetùs, qui in potentia non vivente est extensivè major, intensivè minor, contra in pondere sit extensivè minor, intensivè major: ac propterea pondus tantò levius esse oportet pondere, quod æquè velociter cum potentia moveretur, quantò velociùs movetur præ illo æquè veloci. Non igitur vectis juvat potentiam, ut faciliùs moveat, sed movendi difficultatem auget. Id quod in Tertio vectis genere semper contingit, in quo potentia G minus ab hypomochlio I distat, quàm pondus H, & tardiùs movetur. Accidit autem hoc idem etiam in Primo genere, cum vectis inæqualiter ab hypomochlio distinguitur in partes, si loca permittuntur, ut potentia propior sit, quàm pondus. His tamen uti possumus, quoribus quidem viribus abundamus, sed sparium, in quo potentia moveatur, angustum est, oportet autem ponderi velocem motum conciliare. Contra verò in vecte Secundi generis potentia à fulcro semper remotior est, quàm pondus; idcirco semper juvat potentiam; quia quo tardior est ponderis motus, eò minorem ponderis pars, quæ æqualis sit ponderi æquè veloci, exigit impetùs intensiõem; ac propterea quod reliquum est impetùs à potentia producendi, pluribus aliis similibus ponderis partibus impertiri potest; atque adeò absolute majus est pondus, quàm quod æquè velociter moveretur.

Hæc eadem, quæ de ponderibus vecte movendis dicta sunt, intelligi pariter oportet de ponderibus vecte sustentandis citra motum; eo tantum observato discrimine, quod ad motum major requiritur potentia virtus, quàm sit ponderis resistentia, in sustentatione verò par resistentia ponderis est virtus potentia. Resistentia autem in sustentatione non ex motùs tarditate aut velocitate, quæ re ipsa sit, sed ex eâ, quæ esset, si motus fieret, quatenus pondus est vecti connexum, definienda est; & pro hujusmodi momentorum Ratione, quibus pondus deorsum conatur, etiam impetùs contranitentis intensiõem dimeriri necesse est. Quia igitur pondus cum vecte connexum quo propius ad hypomochlium accedit, eo tardiùs sibi relictum descenderet; propterea.

propterea etiam minorem contranitentis impetûs intensionem requirit: Ex quo fit eodem potentiae conatu, quo illa pondus sine vecte sustineret, posse majorem ponderis gravitatem sustineri adhibito vecte, eoque majorem, quo major est Ratio distantiae potentiae ad distantiam ponderis à fulcro; & vicissim potentia minore conatu idem pondus sustinebit, si hoc propius admoveatur ad hypomochlium, quàm prius, cum opus erat majore conatu.

Porro conatum potentiae de industriâ dixi, ut vocabulo uterer, quo tum potentia vivens, tum inanimata æquè comprehenderetur; quia aliquando quidem potentia conatum adhibet innatâ suâ gravitate, aliquando autem præter, aut contra gravitatis propensionem. Gravitate utitur, quæ inanima est, & vires suas exerit totas, quodcunque demum pondus vecte movendum aut sustentandum proponatur. Potentia verò vivens suo consulens commodo, ne se inani conficiat labore, non plus operæ confert, quàm opus fuerit, sed vires ex opportunitate administrat, modò majores; modò minores impendens, quippe quæ musculorum contentione voluntarios motus perficit, & non solum deorsum premendo, sed etiam sursum connitendo, aut in transversum urgendo, vecte uti potest: At inanimata potentia non nisi descendendo vi suæ gravitatis cogere potest adversum pondus ad ascendendum; atque si primum vectis genus demas, cui potest illa proximè admoventi, in cæteris generibus, si attollendum sit pondus, artificium aliquod excogitandum est, quo interjecto, aut potentiae virtus; aut ipsum pondus ad vectem applicetur, ut propositum finem assequamur; conatus enim potentiae & ponderis, licet inæquales; non tamen oppositi sunt, sed ad eandem partem sua gravitate contendunt.

Sic vecte R S, cujus fulcrum sit in extremitate R, non potest pondus V attolli à potentia inanimata P, si proximè illi adjungatur in S; ac propterea rotula in T figenda est versatilis, & funiculo S T P jungenda potentia P, quæ deorsum connitens elevat vectem in S, atque



que adeò etiam pondus V. Simili ratione sit vectis Secundi generis MN, & hypomochlium in M, locus autem ponderis in H: si potentia N inanimata vecti proximè adnectatur, utique elevare non poterit pondus in H collocatum: quare statuatur in loco superiore rotula K, & funiculo H K L jungatur pondus L cum puncto H; nam potentia N sua gravitate descendens deprimit punctum H vectis elevabit pondus L. Idem continget, si vectis MN sit tertij generis, & N sit pondus attollendum, potentia verò inanimata collocanda sit in H. Nihil utique præstabit descendendo in H; ut igitur punctum H ascendant, rotula K adhibeatur, & à potentia L descendente elevabitur idem punctum H; ac proinde etiam pondus N. Vel si in vecte R S tertij generis statuatur potentia V, illa descendens deprimet velociter extremitatem S, & pari velocitate ascendet pondus P. Quid hoc simplex artificium aliquando in scenicis motionibus præstare possit emolumenti, facile prudens machinator intelligit.

Ex his, quæ de Vectis viribus explicata sunt, apertè liquet omnino veritati consentanea esse ea, quæ lib. 2. cap. 8. diximus, in rotis curruum inveniri non posse rationem vectis, quia duo tantummodo sunt puncta, scilicet extremitas Radij subjectam tellurem tangentis, & rotæ centrum, cui & innititur pondus, & medio temone applicatur potentia. Cum igitur potentia & pondus eandem habeant positionem, & æquali velocitate moveantur, nullum habetur ex Vectis rationibus compendium. Eatenus enim Vectis in Mechanicarum Facultatum censu numeratur, quoad potentia & pondus dispari celeritate moventur, vel quia potentia se velociter movens exiguo conatu tardè movet pondus, ut in primo & secundo genere vectis, vel quia potentia se tardè movens multo conatu celeriter movet pondus, ut in tertio genere. Quare semper in motu ponderis per vectem aliquid lucri habetur, nimirum aut major ponderis gravitas, quæ movetur, aut saltem major velocitas, qua movetur.

CAPUT II.

Quid in hypomochlij collocatione sit observandum.

TRia in Vecte, ut dictum est, puncta constituuntur & designantur duo quæ moventur, tertium illorum motuum centrum, quod alicui corpori innititur, ut vectis consistat, nec à ponderis gravitate, aut à potentia vi abripiatur: huic corpori *Hypomochlio* nomen inditum est à Græcis, quasi (si verbum è verbo volumus) *subvectis*, nam ut plurimum vecti subjicitur, nos *Fulcrum* dicimus, quia vectem sibi incumbentem fulcit. Cæterum non est hæc constans, & perpetua hujus corporis positio, ut sub vecte sit, quamvis semper Hypomochlij aut Fulcri nomine donetur; quandoquidem in vecte tertij generis, ubi pondus in extremitate est, potentia medium locum obtinet, si infra alteram vectis extremitatem esset corpus hujusmodi, utique à potentia nequiret attolli pondus, ut patet: in superiore igitur parte sit oportet, ut potentia sursum conante, pondere deorsum contranitante, impediatur altera vectis extremitas, ne fiat totius vectis conversio obsecundans aut potentia conatui, aut gravitati ponderis, quod esset attollendum. Quod si hoc vecte tertij generis deprimendum esset infra aquam per vim corpus aliquod leve, tunc sub vecte constitueretur hypomochlium: contra vectis primi & secundi generis si ad prementum aut deprimendum adhibeatur, exigit hypomochlium in superiori parte. Similiter non est sub vecte, sed ad latus adjacet, quoties pondus est movendum in plano horizontali, sive in eodem plano sit vectis, sive in plano verticali, ut cum duo marmora non elevanda sunt, sed immisso inter illa vecte invicem disjungenda. Quemadmodum igitur lapis à lædendo pedem vocabulum habet, etiamsi non lapides omnes pedem lædant; ita corpus illud, cui punctum vectis quiescens innititur, hypomochlij & fulcri nomen retinet, quamvis non semper sub vecte sit, illumque suffulciat. Quid autem profuerit immutare vocabula,

cabula, ubi rem ipsam tenemus? Immo punctum ipsum vectis quiescens, quod hypomochlio respondet, non raro ab iis hypomochlium dicitur, aut fulcrum, qui verborum compendio claritati consultum volunt; mihi que hanc loquendi facultatem, ubi res tulerit, reservo.

Quiescens autem voco punctum vectis, quod est centrum motuum potentiae, & ponderis; non quia semper omnino quiescat, sed quia si aliquo motu moveatur, tardissimum certe est omnium punctorum; cætera quippe vectis puncta circa hoc tanquam circa centrum describunt lineam inflexam ac recurvam: alioquin si punctum hoc plus moveretur quam pondus, mutata fuissent vices; & quod pondus dicitur, esset reipsa hypomochlium, corpus verò, quod hypomochlium dicitur, esset pondus, quod à potentiâ potissimum moveretur. Observandum enim est non pondus solum, verum etiam hypomochlium accipere vim externam potentiae vectem agitantis, resistente videlicet pondere; ex quo fit illud premi; quod si inæqualiter resistent, licet utrumque moveatur, in illud potius exercet virtutem suam potentia, quod languidius resistit, altero validiore hypomochlij rationem habente. Sic vecti ad attollendum marmor applicato si glebam, hypomochlij loco, supposueris, non marmor attolles, sed glebam vecte conteres: marmor igitur est hypomochlium vecti superpositum, & glebæ est pondus contritum vecte secundi generis: At si pro gleba lignum subicias, quod non frangatur, sed aliquantulum cedens comprimatur, & vectis vestigium recipiat, ita tamen, ut marmor moveatur, duplex vectis genus hic intercedit, prout duplex effectus potentiae conatum consequitur; ad comprimendum scilicet lignum vectis est secundi generis hypomochlium habens impositum marmor, ad elevandum autem marmor vectis est primi generis, cujus hypomochlium est subiectum lignum. Cujusmodi sit hypomochlium, sive sit funis vectem retinens, sive axis infexus, circa quem volvatur vectis, sive quodcumque aliud corpus, cui ille incumbat, aut innitatur, modò absit incommodi periculum ex ejus fragilitate, parum refert: satis est, si par fuerit ferendo oneri, quod vecte elevatur. Ex ponderis autem gravitate hypomochlij soliditas atque materies definienda est; ex motus

qualitate (spectatâ loci, in quo perficiendus est; positione) forma hypomochlij statuatur.

Illud examinandum videtur, quandonam præstet uti vecte primi generis, quando vecte Secundi generis, hoc est an plus commodi afferat fulcrum in vectis extremitate collocatum, ut in secundo genere, an verò inter pondus atque potentiam interjectum, ut in primo genere. Proposita sit vectis longitudo decem palmorum, quo oporteat pondus ita attollere, ut ejus motus sit respondens arcui descripto ex Radio duorum palmorum. Si vectis sit primi generis, pondus & potentia sunt in vectis extremitatibus, hypomochlium dividit totam longitudinem in partes duas, quarum major ad potentiam spectans est quadrupla minoris spectantis ad pondus; est scilicet illa octo, hæc duorum palmorum. At si vectis fuerit secundi generis, hypomochlium & potentia illius extremitates occupant, pondus ab hypomochlio distat palmos duos: quare potentia distantia ab hypomochlio cum sit tota vectis longitudo, est quintupla distantia ponderis. Cum igitur ponderis motus cum potentia motu comparatus hic quintuplo tardior sit, ibi verò solum quadruplo tardior, minore impetu indiget, ut moveatur vecte secundi generis. Cæterum considerato hoc duplici vectis genere, observandum est in secundo genere à potentia elevandum non solum pondus sed etiam vectem ipsum, qui si valde gravis sit (ut aliquando contingere potest trabem fungi vectis munere) auget potentia movendi difficultatem: Contra verò in vecte primi generis ipsa vectis gravitas juvat potentiam; & quidem si homo sit, qui vectem premat, ipsa corporis gravitas accessionem facit, ad impetum, qui à vitali conatu oritur: præterquam quod hic liberè & facillimè potentiam inanimatam adhibere possumus, & aliam atque aliam adjicere prout opus fuerit; at non item in vecte secundi generis, nisi adhibito artificio, de quo superiori capite dictum est.

Datâ igitur ponderis movendi gravitate, & datâ potentia virtute (quæ videlicet tanto conatu adhibito potest certam gravitatem sola sine vecte movere in simili plano sive horizontali, sive inclinato, sive verticali) distinguatur vectis in duas partes ita, ut vel pars ad partem, si sit primi generis, vel totus ad partem,

tem, si sit secundi generis, eandem Rationem habeat, quæ est dati ponderis ad pondus, quod à potentiâ solâ sine vecte potest moveri. Sic data Potentia virtutem habeat movendi pondus lib. 6. certo conatu, oporteat autem hoc eodem conatu movere lib. 30 : quia virtus potentiæ est subquintupla ponderis dati, propositus vectis intelligatur primum distinctus in partes sex, quarum una tribuatur distantie ponderis ab hypomochlio, reliquæ quinque tribuantur distantie potentiæ, ita ut reciprocè sit distantia potentiæ ad distantiam ponderis, ut pondus datum ad virtutem potentiæ : & hic est vectis primi generis. Deinde ut habeatur vectis secundi generis, distinguatur totus vectis in partes quinque, & una ex illis sit distantia ponderis ab hypomochlio in vectis extremitate constituto. In utroque enim casu motus potentiæ est quintuplus motus ponderis, atque adeò potentia poterit vecte movere pondus quintuplum ponderis, quod sola potest movere.

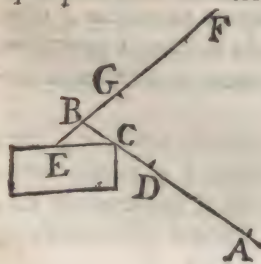
Potentia virtutem dixi, non potentia gravitatem, tum quia non omnis potentia vim movendi habet ex gravitate, tum quia potentia gravitas movere non potest gravitatem æqualem, sed minorem, nam cum æquali facit æquilibrium, & solum potest illam suspendere. Quare si potentia vi suæ gravitatis moveat, non satis erit, si fiat ut potentiæ gravitas ad ponderis gravitatem, ita reciprocè ponderis distantia à centro motus ad distantiam potentiæ ab eodem centro; sed distantia ponderis ad distantiam potentiæ exigit habere minorem Rationem. Hinc si potentia sit ponderis subquintupla ratione suarum gravitatum, pondus ab hypomochlio distare debet minus quam parte quinta distantie potentiæ ab eodem hypomochlio. Quod si vectis is esset, cujus gravitas notabile momentum adderet potentiæ, tunc distantia ponderis, quæ esset subquintupla distantie potentiæ, sufficeret, minor enim esset Ratione potentiæ adæquatè acceptæ ad Pondus.

Ubi verò ponderis gravitatem considerare oportet, non satis est illam notam habere, ac si staterâ expenderetur, sed considerandum est planum, in quo illud movendum est; neque enim eadem habet momenta, si sursum elevandum sit

in plano Verticali, ac si urgendum sit in plano inclinato, aut propellendum in horizontali: propterea in Ratione assignandâ partibus vectis non est attendenda gravitas absoluta ponderis, sed quatenus in proposito plano. Idem est de gravitate potentiae dicendum.

Ex dictis patet non quamcumque vectis longitudinem semper opportunam esse, quamvis verum sit quemlibet vectem posse secundum quamcumque Rationem in partes distingui, atque proinde quodcumque pondus à quacumque datâ potentia posse moveri, si ritè applicari possit. Unum enim est incommodum, quod, quo propius ad centrum motuum admovetur pondus, eo minor est illius motus: & contingere potest adeò exiguam esse ponderis ab hypomochlio distantiam, ut motus adeò tenuis nulli futurus sit usui. Quapropter longiori vecte utendum erit, ut, servatâ eâdem distantiarum Ratione, intervallum inter pondus & centrum motuum sit notabile & conspicuum, ex quo motus sufficiens obtineri possit. Quid enim juvaret, si vecte palmarum 25 tentares attollere pondus centuplum virtutis potentiae? an ut pondus ab hypomochlio distans per digitum (summo digitos quatuor pro singulis palmis) elevaretur ad altitudinem unius aut alterius grani hordei? Præterquam quod tam ingens pondus ægrè posset in tantillo spatio ad vectem opportunè applicari.

Quod autem ad hypomochlium attinet, curandum maxime est, ut qua parte vectem contingit, minimum sit, & si fieri potest, proximè in aciem desinat; ut scilicet eandem semper in motu vectis partem contingat; si enim alia atque alia vectis pars hypomochlio insistat, mutantur ponderis atque potentiae momenta, ideoque augeri potest movendi difficultas.

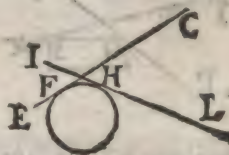


Sit vectis secundi generis AB innixus saxo, quod contingit in C, & centri gravitatis ponderis locus sit D: utique quia DC minore est quàm DB, major est Ratio AB ad DC minorem, quàm ejusdem AB ad DB majorem, per 8. lib. 5. At elevato vecte, ut habeat positionem FE, si-

cut

cut A venit in F, ita B venit in E, ubi saxo innititur, & pondus D venit in G. Est igitur FE ad GE, ut AB ad DB; ergo etiam FE ad GE habet minorem Rationem quam AB ad DC. Quo autem minor est motuum Ratio, eò etiam minus est potentiae momentum ad momentum ponderis; igitur si Ratio AB ad DB minor sit, quam AC ad DC, etiam Ratio FE ad GE minor erit quam Ratio AC ad DC. Quare tunc solum eadem movendi facilitas manebit (quod quidem spectat ad rationem hypomochlij quicquid sit an ex alio capite mutetur, ut infra) quando CB pars extrema vectis, quae innititur hypomochlio, ea est, ut eadem sit Ratio AB ad DB, quae est AC ad DC: Hoc autem fieri omnino non potest, quia AB & DB sunt idem ac AC, atque DC, si his utrisque addatur eadem pars CB. Si ergo ut AC plus CB ad DC plus CB esset ut AC ad DC, etiam permutando, & dividendo, & iterum permutando, per 16. & 17. lib. 5. esset ut AC ad DC ita CB ad CB, ac propterea AC totum aequale esset parti DC. Non igitur fieri potest, ut maneat in motu eadem facilitas ratione hypomochlij, si accidat, ut vectis positiones in motu se decussent; id quod evenit, si alia atque alia pars vectis hypomochlium tangat. Et quia major est Ratio totius AB ad totam DB, quam sit ablata CB ad ablatam CB, erit etiam, per 33. lib. 5. reliquae AC ad reliquam DC major Ratio quam totius AB ad totam DB, hoc est major Ratio quam FE ad GE.

Similiter in vecte primi generis, si fulcrum sit cylindricum, tangit quidem in puncto, sed dum vectis deorsum urgetur, aliud atque aliud ejus punctum aliis cylindri punctis congruit: nam si fuerit potentia in C, & pondus in E, vectis autem tangat in F, in conversione cum E venerit in I, & C in L, jam contactus sit in H ita, ut HL minor sit quam FC, contra verò HI major sit quam FE. Decrescunt ergo potentiae momenta, cujus distantia à motus centro minuitur, augentur autem ponderis momenta, cujus distantia à motus centro aliquid semper accedit. Et quidem quò crassior fuerit cylindrus, facta pari vectis inclinatione, major etiam oritur distantiarum differentia; ut facile demonstratur, si



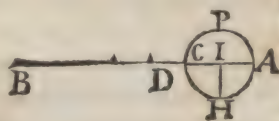
si

CAPUT III.

*Qua Ratione statuendus sit ponderi locus in Vecte
primi generis.*

Quoniam pondus vecte movendum non est corpus aliquod planè individuum, sed partes habet, quarum aliæ sunt puncto fulcri, hoc est, centro motûs, propiores, aliæ remotiores; animum diligenter advertere opus est, cuinam vectis puncto intelligendum sit adjunctum onus, ut ex eo ad fulcrum distantia determinetur. Et quidem vix cuiquam dubium esse potest, an inter omnia ponderis puncta illud unum eligendum sit, in quo gravitas vires suas omnes exercere intelligitur, videlicet circa quod paribus momentis deorsum nititur, si ipsa sibi relinquatur: hoc autem est Gravitatis centrum ipsi ponderi insitum, in quod singularum partium conatus confluere, & secundum quod per directionis lineam deorsum vectem urgeri concipimus.

Sit enim pondus P, quod vecti AB infixum, & longitudini AC congruens, suo gravitatis centro I deorsum nititur per lineam directionis IH. Dico vectem perinde à toto pondere urgeri, atque si tota ejus gravitas esset in puncto I, atque ideò distantiam ponderis ab hypomochlio D esse, neque AD maximam, neque CD minimam, sed ID mediam: quia, etsi partibus singularis sua insit gravitas, & singula pro sua à puncto D distantia sua habeant momenta, ita majora momenta remotiorum particularum à minoribus vicinarum compensantur, ut intelligenda sit vel tota gravitas in media distantia ID vel semissis gravitatis in extrema distantia AD, prout lib. 3. cap. 2. de momentis brachiorum inæqualium libræ ostensum est. Hoc autem, quod de pondere secundum molem & gravitatem æquabili dicitur, etiam de ponderibus, quorum anomala est figura, vel ex diver-



B b b

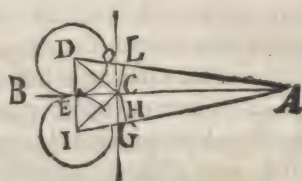
sis secundum speciem gravitibus composita, intelligendum est, si eorum centro gravitatis congruat vectis longitudo; nam ponderis distantia non est Arithmetice media inter maximam & minimam, sed est intervallum, quod inter fulcrum & centrum gravitatis interjicitur.

Sed quia non raro pondus aut vecti totum incumbit, aut pluribus funiculis firmiter alligatum ex illo suspenditur, propterea observandum est, in quod vectis punctum incidat Directionis linea ex centro gravitatis ponderis ducta; hæc enim definit distantiam ponderis ab hypomochlio, & innotescunt momenta, quibus illud resistit potentia elevanti. Id quod per libram æqualium brachiorum (ne illorum inæqualitas aliquam pariat difficultatem) instituto æquilibrio facillime experiri poteris, si laminas ligneas, aut metallicas, in varias figuras conformaveris, in quibus centrum gravitatis inventum fuerit, & ita singulas secundum unum latus immobiliter uni brachio aptaveris, ut illi congruant, atque in opposita jugi extremitate æquipondium addideris; facto enim æquilibrio, & demisso perpendiculo per centrum gravitatis notatum transeunte, apparebit, cuiusnam libræ puncto respondeat; atque inter hoc punctum, & centrum motus libræ, distantia erit ad reliqui brachij totam longitudinem, ut æquipondij gravitas ad ponderis examinati gravitatem.

Quod si pondus ex unico fune pendulum adnectatur vecti, satis constat, ex quo vectis puncto desumatur ejus distantia, nimirum ex puncto suspensionis; intentus enim funis à pendente gravitate lineam Directionis ostendit. Quamvis autem si hujus puncti tantummodo ratio habeatur, eadem videantur futura ponderis momenta, quæcumque tandem fuerit vectis positio sive horizonti parallela, sive obliqua, examinandum tamen erit inferius cap. 8. utrum ratione anguli, secundum quem pondus deorsum trahere conatur vectem, ejus momenta mutantur.

Nunc autem pondus firmiter vecti adnexum, non verò ex unico fune pendulum, consideremus, sive vecti incumbat, sive infra vectem collocetur; hoc nimirum est illud, in quo, propositis majoribus ponderibus, non videtur connivendum; neque enim nihil refert, utrum infra, an supra vectem sit movendæ gravitatis centrum, quantoque intervallo hoc ab illo absit, ibi
si

B b b 2



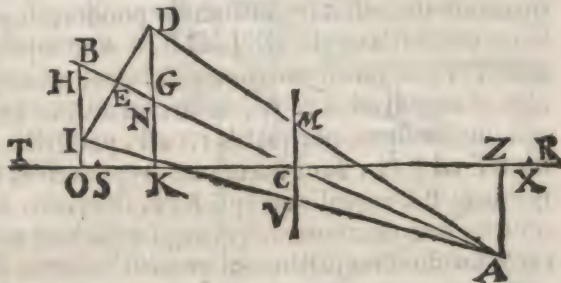
ipsi vecti. Et quia major est Ratio AG ad GI , quàm sit AH ad HI , etiam major est Ratio AC ad CE , quàm sit AH ad HI : Ergo convertendo EC ad CA minorem habet Rationem, quàm IH ad HA , per 26. lib. 5. Atqui potentia sustinens pondus datum, quando recta AI æquè distat ab horizonte, est ad pondus ut IH ad HA ; quando autem pondus est infra lineam BA illud cum potentiâ jungentem horizonti parallelam est ut EC ad CA . Igitur potentia sustinens in horizontali pondus habet majorem Rationem ad illud, quàm ad idem pondus habeat potentia sustinens illud infra horizontalem. Ergo, ex 8. lib. 5. potentiâ sustinens pondus infra horizontalem minor est potentiâ illud sustinente in horizontali. Finge enim esse libram curvam ACI habentem spartum in C : utique si in A esset æquipondium, quod ad pondus I esset ut IH ad HA , non maneret in eadem positione obliqua, sed A descenderet ad positionem horizontalem, ut dictum est lib. 3. cap. 4. ut igitur obliqua maneat, æquipondium A debet esse minus. Ad sustinendum autem pondus, hîc in vecte idem à Potentiâ præstatur, ac ab æquipondio in librâ brachiorum inæqualium.

Simili omnino methodo ostendetur pondus idem vecti AB horizontali impositum, cujus centrum gravitatis sit D , linea directionis DI occurrens vecti in E , esse ad potentiam A , ut est AC ad CE ; at si recta AD jungens potentiam cum centro gravitatis D esset horizonti parallela, pondus ad potentiam esset ut AL ad LD , quam Rationem determinat CL cadens ad angulos rectos in rectam AD . Quia enim DE & IE sunt æquales ex hypothesi, cum sit idem pondus, & latus EA est commune, anguli verò ad E sunt recti, etiam, per 4. lib. 1. lineæ AD & AI , item anguli EAD & EAI sunt æquales. Præterea in triangulis CHA , CLA rectangulis ad H & L , latus CA est commune, & anguli ad A sunt æquales; igitur, per 26. lib. 1. lineæ AL & AH sunt æquales, igitur & residuæ LD & HI sunt æquales. Quapropter ut AH ad HI , ita AL ad LD : quia igitur Ratio AH ad HI ostensa est superius minor Ratione AC ad CE , etiam minor est Ratio AL ad LD , quàm AC ad CE . Sed ut AC ad CE , ita AO ad OD , per 2. lib. 6. propter parallelismum linearum CO & ED ; ergo minor est Ratio AL ad LD , quàm AO ad OD . Atqui cum AD
parallela

parallela est horizonti, pondus D impositum vecti ad potentiam A sustententem est ut AL ad LD, in positione vero obliquâ AD est idem pondus ad potentiam sustententem ut AO ad OD; ergo in priori positione horizontali pondus ad potentiam habet minorem Rationem, quàm in posteriori positione obliqua: ergo per 8. lib. 5. in priori est major potentia, quàm in posteriori.

Quamvis autem, cum vectis est horizonti parallelus, pondus sive illi impositum, sive suppositum fuerit, iisdem momentis reluctetur potentia sustentanti, non ita tamen se res habet, si idem vectis

si idem vectis
AB, fulcrum
habens in C,
elevator supra
lineam hori-
zontalem RT:
plurimū enim
interest, utrū
ponderi sub-
jectus sit ve-



ctus ut ve-
ctis, an vecti pondus. Sint, ut prius, gravitatis ponderis cen-
tra D superius, & I inferius, ex quibus in vectem perpendi-
culares cadunt DE & IE, quæ, ex 14. lib. 1. sunt una recta li-
nea DI. Jungantur centra potentia & ponderis rectâ AD,
quæ secat rectam transeuntem per fulcrum C & terræ centrum
in puncto M. Quare ex dictis de librâ curva, si sint æqualia
momenta ponderis atque potentia, erit ut AM ad MD, ita
pondus D ad potentiam A. Ducatur ex D linea directionis
DN parallela perpendiculari MC; & per 2. lib. 6; est ut AM
ad MD, ita AC ad CN; est autem CN minor quàm CE,
ergo, ex 8. lib. 5. major est Ratio AC ad CN, quàm AC ad
CE. Atqui in vecte horizontali potentia ad pondus est ut EC
ad CA; hic autem ut NC ad CA; igitur minor est potentia
sustinens pondus impositum vecti obliquo supra horizontem,
quàm potentia sustinens pondus idem vecte parallelo hori-
zonti.

At si pondus vecti subjiatur, & sit ejus gravitatis centrum I, ducatur recta AI secans perpendicularum ex C ductum ad

centrum terræ in V. Igitur si æqualia sunt momenta ponderis I & potentiæ A, est pondus ad potentiam ut AV ad VI. Ex I centro gravitatis linea directionis IB parallela lineæ CV occurrat vecti in B; igitur, ex 2. lib. 6. ut AV ad VI, ita AC ad CB: est autem CB major quàm CE; ergo AC ad CB habet, ex 8. lib. 5. minorem Rationem, quàm AC ad CE. Cum itaque in vecte horizontali potentia ad pondus esset ut EC ad CA, hîc autem in vecte obliquo fit ut BC ad eandem CA, major potentia sustinens hîc requiritur. Quare tantumdem crescit sustinendi difficultas in pondere infra vectem adjuncto, quantum decrescit in sustinendo pondere supra vectem posito. Cum enim triangula BEI, DEN sint æquiangula (quia BI & DN, per 30. lib. 1. sunt parallelae, adeoque per 29. lib. 1. alterni anguli ad B & N, & alterni ad I & D sunt æquales, & reliquus reliquo, per 32. lib. 1.) est, per 4. lib. 6. ut IE ad ED, ita BE ad EN: sunt autem ex hypothesi DE & IE æquales, igitur & BE æqualis est ipsi EN, illa refert incrementum potentiæ, hæc decrementum; ergo æqualiter ibi crescit, hîc decrescit difficultas sustinendi pondus.

Contraria sunt momenta, quæ ponderibus accidunt, vecte cum pondere infra horizontalem lineam inclinato: concipe enim hoc idem schema ita conversum, ut potentia A sit in superiore loco, pondera autem I & D sint infra horizontalem RT. Jam pondus I incumbit vecti, pondus verò D illi subiectum adnectitur. Igitur pondus I vecti impositum majora momenta habet vecte cum pondere infra horizontem inclinato, quàm vecte horizonti parallelo: in hoc autem eodem situ inclinato pondus subiectum D minora habet momenta, nam pondus I ad potentiam A sustinentem est ut AC ad CB majorem, quæ est minor Ratio quàm AC ad CE minorem, ex 8. lib. 5: & contrario D pondus ad potentiam A sustinentem est ut AC ad CN minorem, quæ est major Ratio, quàm AC ad CE majorem. Hinc est momenta ponderis vecti ex primo genere impositi infra horizontem majora esse, supra horizontem minora; contra autem ponderis vecti subiecti infra horizontem minora esse, supra horizontem majora.

Et hæc quidē catenus dicta intelligantur, quatenus concipitur Potentia vi suæ gravitatis rectâ deorsum connitens, adeo ut Directione

cendum de quolibet angulo constituto cum perpendiculari DR à lineâ ex puncto concursus directionum ducta per C punctum fulcri: ideò quo minor fit angulus ad B, minor quoque est ad C, & punctum in lineâ AD notatum magis accedit ad M.

Hinc pro determinanda Ratione momentorum potentia ad momenta ponderis pro diversâ vectis inclinatione duplici methode uti poteris. Prima est, si ex centro gravitatis ponderis lineam directionis ducas, punctum enim, in quo hæc occurrit vecti, illud est, quod definit locum ponderis, in quo sua exercet momenta. Secunda est, si tam ex Potentiâ quàm ex Ponderis centro gravitatis lineam ducas ad perpendicularum in lineam horizontalem, quæ transfit per C punctum fulcri; nam partes hujus lineæ horizontalis interceptæ inter puncta, in quæ cadunt perpendiculares, & punctum C, illæ sunt, quæ reciproce sumptæ ostendunt Rationem ponderis ad potentiam. In situ namque horizontali vectis punctum E congruit puncto S, & potentia A congruit puncto X: est igitur ut AC ad CE ita XC ad CS: in positione autem obliquâ ex A in horizontalem perpendicularis cadit in Z, ex D cadit in K, ex I verò in O. Quia igitur triangula AZC & NKC sunt æquiangulara, videlicet rectangula ad Z & K, angulos ad verticem C, ex 15. lib. 1; æquales habent, & ex 32 lib. 1. reliquum reliquo, est per 4. lib. 6. ut AC ad CN ita ZC ad CK. Similiter triangula BOC & AZC rectangula ad O & Z angulos ad verticem C æquales habent, & reliquum reliquo, adeoque sunt similia, & ut AC ad CB, ita ZC ad CO. Quare in hac obliquâ vectis positione momentum ponderis D ad momentum potentia sustentantis est ut ZC ad CK, & momentum ponderis I ad momentum potentia sustentantis est ut ZC ad CO.

Ex his, quæ de potentia sustentante dicta sunt, satis apparet potentiam paulo validiorem satis esse ad pondus movendum. Verùm licet in vecte primi generis ad pondus sustentandum opportunè animum adverterimus ad libram curvam, hæc tamen in vecte secundi generis locum habere non possunt; propterea ad aliam explicandi rationem confugiendum est, quæ utrique generi communis sit; nec difficile erit ea, quæ statim capite sequenti subjiciam pro secundo vectis genere ad primum

mum traducere. Consideratur nimirum motus ponderis comparatus cum eodem motu potentiae: si enim potentia sit suam gravitate descendens, ejus descensum metitur ZA : pondus vecti impositum ascendit, ut sit supra horizontalem altitudine KD ; sed ex hac demenda est centri gravitatis distantia DE , qua eminebat supra horizontalem, ut habeatur ejus motus DK minus DE , hoc est GK . Contra vero pondus vecti subiectum erat infra horizontalem distantiam IE , quae si addatur altitudini OI , dabit OH motum ipsius ponderis. Major est autem motus OI plus IE , hoc est plus DE , quam sit motus KD minus DE ; nam posita obliquitate lineae DI , facto centro D , intervallo DE circulus descriptus transit per G punctum depressius quam E , & ex I intervallo IE descriptus transit per H punctum altius quam E : ergo motus ZA ad minorem motum habet majorem Rationem, quam ad majorem motum, atque adeo major est movendi facilitas.

CAPUT IV.

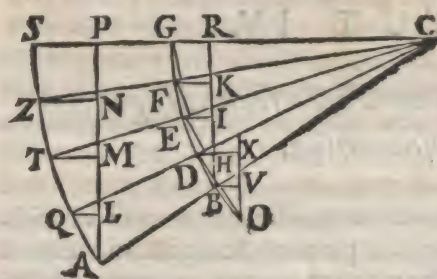
Momenta ponderis in Vecte secundi generis considerantur.

IN Vecte secundi generis circa extremitatem, ubi est fulcrum, describuntur à pondere proximo & à potentia remotà duo circuloꝝ arcus tanquam circa commune centrum. Et quidem si in eadem recta lineâ sint punctum fulcri, centrum gravitatis ponderis, & ipsa virtus potentiae fursum ascendens, motus potentiae & ponderis sunt in eadem Ratione, in qua sunt distantiae ab hypomochlio, sive pondus supra horizontalem transeuntem per fulcrum, sive à loco inferiore ad horizontalem elevetur; quia videlicet tam pondus quam potentia per similes arcus ab horizontali aequaliter remotos moventur; ac proinde eorum arcuum Sinus, qui metiuntur elevationem, habent inter se Rationem eandem, quae est radiorum, sive distantiarum.

Ccc

At verò si centrum gravitatis ponderis sit extra lineam rectam jungentem punctum fulcri cum puncto virtutis potentiae existentis in alterâ vectis extremitate, sive supra vectem, sive infra illum sit, non manet eadem Ratio motuum, quæ est distantiarum potentiae & ponderis (quatenus ponderis distantia sumitur à puncto, in quod à centro gravitatis cadit in vectem perpendicularis) quia ascensus & elevationes non servant eandem Rationem; ex eo quod, licet in vectis conversione tam centrum gravitatis ponderis quam centrum potentiae describant in motu arcus similes; hi tamen arcus non sunt similiter positi, hoc est simili modo ab horizontali distantes: ac propterea (ut patet ex doctrina Sinuum) differentiae Sinuum, qui conveniunt arcibus supra vel infra horizontem, ubi incipit quadrans circuli, æqualiter crescentibus, non sunt æquales: hæc autem differentiae metiuntur motum elevationis, qui maxime attenditur, quatenus opponitur innatæ propensioni gravitatis.

Sit in C fulcrum vectis CA, & in A sit potentia movens. Si centrum gravitatis ponderis sit in eadem rectâ CBA, semper



per motus ponderis & potentiae sunt omnino similes, & ut CB ad ad CA; illud enim describit arcum BG, hæc verò arcum AS, & elevatio ponderis ex B in G est BR, ascensus potentiae est AP; & propter triangulorum rectan-

gulorum CRB & CPA similitudinem est ut CB ad CA, ita BR ad AP. Et quamvis, diviso arcu BG in partes aliquot æquales, & in totidem æquales partes diviso arcu simili AS, non sint in singulis ejusdem arcus partibus æquales ascensus) nam BH minor est quàm HI, hic minor quàm IK, & hic minor quàm KR, similiterque AL minor quàm LM, hic minor quàm MN, & hic minor quàm NP) comparatis tamen singulis ascensibus in minore arcu BG, cum singulis ascensibus in arcu majore AS sibi invicem respondentibus, manet eadem Ratio, & ut BH ad AL, ita HI ad LM, & sic de reliquis

reliquis (ut ex Sinuum doctrinâ manifestum est, nec opus est hîc ostendere) sunt enim omnes in Ratione Radij CB ad Radium CA.

Longè aliter se res habet, quando extra rectam lineam jungentem punctum fulcri cum potentiâ est centrum gravitatis ponderis. Nam si Vecti CBA impositum sit pondus, cujus centrum gravitatis sit D, potentiâ A describente arcum AQ, centrum gravitatis ponderis describit arcum DE, qui licet æqualis sit arcui BD; habet tamen ascensum HI majorem quàm BH: igitur ascensus AL ad HI majorem, habet minorem Rationem quàm ad BH minorem, ex §.lib.5. igitur in hoc motu Potentia ad Ponderis motum habet minorem Rationem, quàm si centrum gravitatis ponderis esset in B; ergo majorem experitur in movendo difficultatem.

Contrà verò si pondus sit vecti CBA subjectum, ejusque centrum gravitatis sit O; dum potentia A describit arcum AQ, centrum gravitatis O describit arcum OB, ejusque ascensus est OV; atqui OV minor est quàm BH; ergo AL ascensus potentie ad OV minorem est in majori Ratione quàm ad BH majorem; est autem HI major quàm BH; ergo AL ad OV multo majorem Rationem habet quàm ad HI. Ergo datâ eâdem vectis positione, eodemque motu, major facilitas erit in elevando pondere habente centrum gravitatis infra vectem in O, quàm si illud habeat supra vectem in D.

Eadem erit demonstrandi methodus in cæteris ascensibus: nam potentia percurrent arcum AT habet ascensum AM, centrum D percurrit arcum DF, cujus ascensus mensura est HK; centrum autem O percurrent arcum OD habet ascensum OX: cum igitur OX minor sit quàm BI, & hic minor quàm HK, etiam AM ad OX minorem est in majore Ratione quàm ad HK majorem.

Et hæc quidem hætenus dicta intelliguntur de vecte infra lineam horisontali parallelam depresso; nam vecte supra horisontalem lineam elevato, contraria prorsus accidere ex dictis demonstratur. Concipe vectem AC elevatum supra horisontem, pondus OB est illi impositum, pondus DB est subjectum: quando potentia ascendens per arcum QA habet ascensum LA, centrum gravitatis Q describit arcum BO, & ascensus

mensura est VO , at centrum gravitatis D describens arcum ED habet ascensum IH . Cum igitur ostensum sit majorem Rationem esse LA ad VO , quam ad IH , etiam supra horizontem elevato vecte major erit facilitas in movendo pondere vecti imposito; quam in elevando pondus habens centrum gravitatis infra vectem.

Ut autem innotescat, qua Ratione in progressu motus crescat difficultas, aut minuatur, observa ex Canone in arcubus æqualiter crescentibus Sinuum differentias ab initio quadrantis progrediendo usque ad finem Quadrantis semper decrescere, harum verò differentiarum differentias, hoc est differentias secundas, semper augeri. Hinc est ita RK Sinum arcus GF majorem esse quam differentiam KI , & KI majorem quam IH , & IH majorem quam HB , ut differentia inter Sinum RK & differentiam KI minor sit quam differentia inter KI & IH , hæc verò differentia minor sit quam differentia inter IH & HB . Idem dicendum de similibus differentiis inter Sinum PN , & differentias NM , & ML , & LA . In iisdem lineis PA & RB particulas assumptas donavi vocabulo Sinuum aut differentiarum, non quasi ignorans illas particulas non esse Sinus aut differentias Sinuum arcubus æqualiter crescentibus respondentium, sed claritatis gratia abutens vocabulo; quandoquidem illis æquales sunt, cum assumantur per lineas Radio CS parallelas.

His positis intelligatur vectis totus CA cum pondere B intra aquam, potentia verò sit cortex suberis, aut uter inflatus, seu vesica, aut quid hujusmodi levitans. Potentiæ motum metiri oportet ex naturalibus ascensibus AL , LM , & reliquis. Quia autem est ut AL ad LM , ita BH ad HI ; etiam vicissim, per 16. lib. 5. ut AL ad BH , ita LM ad HI , & sic de cæteris, sive infra, sive supra horizontalem: propterea eadem semper manet facilitas aut difficultas elevandi pondus in aquâ gravitans; cuius gravitatis centrum congruat vecti CA . Idem dic si Potentia S in aqua gravitans deprimeret per vim pondus G , quod in aquâ levitaret: nam PN descensus naturalis potentiæ ad RK depressionem ponderis, eandem Rationem haberet, quam descensus NM ad depressionem KI .

Si vectis sit CA , cui pondus incumbat habens centrum gravitatis

vitatis D, atque tam pondus quàm potentia sint in medio, in quo alterum levitet, alterum gravitet, utriusque motum quatenus naturalis est aut violentus, metitur linea perpendicularis in horizontalem cadens: & ut particulæ ipsæ invicem comparantur, Sinuum differentia AL, LM &c. BH, HI &c. considerandæ sunt. Cum itaque differentia inter BH, & HI major sit quàm differentia inter HI, & IK, utique BH magis deficit ab æqualitate cum HI, quàm HI cum IK; ideóque minor est Ratio BH ad HI, quàm HI ad IK: Atqui eadem est Ratio BH ad HI, quæ est AL ad LM; igitur minor est etiam Ratio AL ad LM, quàm HI ad IK, & vicissim, per 27. lib. 5. minor est Ratio AL ad HI, quàm sit LM ad IK. Igitur si potentia A levitet, & pondus, cujus centrum gravitatis D, gravitet, ascendendo ad horizontalem, quæ per fulcrum C transit, acquirit movendi facilitatem.

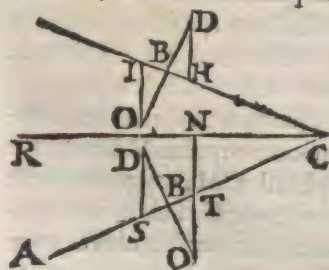
Jam figuram invertē, ut vectis moveatur supra horizontalem: vecte congruente lineæ horizontali CS, ponderis impositi centrum gravitatis erit in F, & ascendet juxta mensuram KI & IH, cum potentia ascensus erit PN & NM. Quia igitur differentia inter Sinum RK & differentiam KI minor est, quàm differentia inter KI & IH, utique RK minùs excedit æqualitatem cum KI, quàm KI cum IH: ideóque minor est Ratio RK ad KI, quàm KI ad IH. Est autem eadem Ratio RK ad KI, quæ est PN ad NM; igitur minor est Ratio PN ad NM, quàm KI ad IH, & vicissim minor est Ratio PN ad KI, quàm NM ad IH: Igitur ascendendo magis & recedendo ab horizontali crescit movendi facilitas.

Demum si vecti CA subiectum sit pondus, cujus centrum gravitatis O, & potentia motum metiatur perpendicularis AP ascendendo versùs horizontalem; quia differentia inter OV, & VX major est quàm differentia inter VX & HI, adeóque OV magis deficit ab æqualitate cum VX, quàm VX cum HI, propterea OV ad VX habet minorem Rationem quàm VX ad HI: sed ut VX, hoc est BH, ad HI, ita AL ad LM; ergo minor est Ratio OV ad VX quàm AL ad LM; & vicissim minor est Ratio OV ad AL quàm VX ad LM; ideóque faciliùs elevatur ex O in B, quàm ex B in D. Factâ autem figuræ conversione, ut ascensus Potentiæ sit PA, & ascensus Ponderis sit RB, si poten-

tia sit in Z, centrum gravitatis ponderis subjecti est in G, & dum potentia ascendit per NM & ML describens arcum ZQ, pondus ascendit per RK & KI. Atqui RK ad KI habet minorem Rationem quàm KI ad IH, ut superius ostensum est, & ut KI ad IH, ita NM ad ML; ergo minor est Ratio RK ad KI, quàm NM ad ML, & vicissim minor est Ratio RK ad NM quàm KI ad ML; ergo facilius movetur per RK ascendendo, quàm per KI, adeoque crescit difficultas elevandi pondus subjectum vecti supra horizontalem, si comparentur inter se partes elevationis.

Quare, ut in summam ea, quæ dicta sunt, referantur, si pondus sit infra vectem secundi generis, facilius elevatur eodem vectis motu versùs horizontalem, quàm si fuerit supra vectem: Contrà verò supra horizontalem facilius eodem vectis motu elevatur pondus vecti impositum, quàm vecti subjectum. Consideratis autem particulatim singulis elevationibus, divisò scilicet in æquales particulas universo motu ejusdem ponderis, si pondus sit in eadem rectâ lineâ cum fulcro & potentia, eadem semper est movendi facilitas aut difficultas: Si pondus sit supra vectem, & motus infra horizontalem incipiat, semper crescit movendi facilitas non solum usque ad horizontalem, verum etiam supra illam: At si pondus sit infra vectem, motusque infra horizontalem incipiat, augetur semper difficultas movendi tum usque ad horizontalem, tum supra illam.

Hæc omnia confirmari possunt, si lineam directionis per centrum gravitatis ponderis ductam produci intelligamus usque ad horizontalem lineam, quæ per fulcrum transit; Secabit enim vectem, & in sectionis puncto quodammodo constitutum pondus concipere possumus. Sit enim



infra horizontalem CR, vectis CA, & ad punctum B illi insistat perpendiculariter linea à centro gravitatis ducta, scilicet DB supra, & OB infra. Quando vectis CA congruet lineæ CR, & erit horizonti parallelus, pondus concipietur niti in B contra vectem:

at infra horizontalem centrum D nititur in S, & centrum O in

in T, juxta lineas directionis D S & O T. Quia igitur punctum S magis distat à fulcro C quàm punctum T, pondus infra vectem faciliùs sustinetur sub horizontali, quàm pondus supra vectem. Contra autem supra horizontalem centrum O nititur in I remotius à fulcro C, & centrum D in H propius; ergo supra horizontalem faciliùs sustinetur pondus vecti impositum, quàm illi subjectum.

Quoniam verò triangula rectangula C N T, & O B T, angulos ad verticem T æquales habent, & reliquum reliquo æqualem, erit, ex 4. lib. 6. ut C T ad T N, ita O T ad T B. Igitur prout ex elevatione vectis minuitur angulus A C N, etiam minuitur angulus T O B, ac propterea T recedit à fulcro C versus B, & augetur sustinendi atque movendi difficultas. Isti autem accessus versus B sunt inæquales, etiam si æqualia sint anguli T O B decrementa, prout decrescunt angulorum ad O factorum Tangentes, posito Radio O B. Porro ex Canone Tangentium constat illarum differentias semper majores fieri, si augeatur angulus, minores fieri, si minuatur angulus. Igitur recedente lineâ directionis Centri gravitatis O à fulcro C, augetur difficultas sustinendi & elevandi pondus vecti subjectum: & quia supra horizontalem semper magis recedit ab eodem fulcro C ultra punctum B versus A potentiam, puta, ut sit O I, multo adhuc major est sustinendi atque movendi difficultas. Consideratis autem particulatim motibus, quia infra horizontalem differentia recessuum à puncto C sunt semper minores; propterea crescit quidem difficultas, sed inæqualibus & minoribus incrementis; quia verò supra horizontalem differentia recessuum à fulcro C sunt semper majores, crescit adhuc difficultas, & quidem semper majoribus incrementis. At si pondus sit D vecti impositum, linea directionis D S accedit versus B usque ad horizontalem, supra quam recedit à B versus C, ut sit ex. gr. D H: semper igitur faciliùs movetur, quamquam non æqualibus facilitatis incrementis; fiunt enim incrementa infra horizontalem sensim minora, supra autem fiunt semper majora. Sed hic unum explicandum est, quod fortasse alicui animum minùs attentè advenienti difficultatem pariat adversùs ea, quæ superius dicta sunt: videlicet ostensum est pondus vecti impositum, si motus incipiat infra horizon-

horizontalem, majori difficultate moveri, quàm pondus vecti subjectum. Si enim, inquis, linea Directionis DS magis ac magis accedit ad B , utique crescit movendi facilitas; contra verò lineâ directionis OT accedente ad B crescit movendi difficultas.

Ut nodum hunc solvas, observa triangula SBD , & TBO rectangula ad B , quia DS & TO sunt parallelæ, esse æquiangula & similia, immò æqualia, quia ut DB ad OB sibi ex hypothesi æqualem, ita SB ad TB . Igitur qua Ratione minuitur angulus ACR , etiam minuitur angulus SDB , & angulus TOB : igitur Tangentium differentia fiunt semper minores. Quare in primo motu tam linea directionis DS , quàm linea directionis OT , magis accedit ad B quàm in secundo motu, & magis in secundo, quàm in tertio; accessus tamen utriusque lineæ directionis ex eodem vectis motu sunt æquales; & qua mensurâ augetur recessus ponderis D vecti impositi, à Potentia A , eadem pariter mensurâ augetur recessus ponderis O vecti subjecti, à fulcro C . Itaque crescit quidem illius facilitas, hujus difficultas, si ponderum singulorum motus particulatim accipiantur, ejusdemque ponderis motus pars cum parte conferatur: at verò si utriusque ponderis motus invicem comparentur, utique pondus D difficilius movetur, cum ejus linea directionis est citra punctum B versùs potentiam, quàm moveatur pondus O , quamdiu ejus linea directionis est ultra idem punctum B .

Ex his, quæ de vecte secundi generis dicta sunt, quid de vecte tertij generis dicendum sit, facilius innotescit, quàm ut illud pluribus explicari oporteat; potentia si quidem & pondus invicem loca commutant, sed motuum Ratio eadem est, & quæ in vecte secundi generis est Ratio motus Potentiæ ad motum Ponderis, vice versâ in vecte tertij generis est Ratio motus Ponderis ad motum Potentiæ.

Hoc te monitum velim, Amice Lector, consideratum hactenus vectem ad movenda sursum pondera gravia, aut deprimentia deorsum levia, & quidem à Potentia, quæ vi suæ gravitatis aut levitatis moveatur, cujus propterea ascensum aut descensum consideravimus. Nam si in plano horizontali à Potentia vivente movendum sit pondus, utique Potentiæ motus circularis

laris

laris observatur, & attendendum est vectis punctum, in quod cadit linea, quæ à centro gravitatis ponderis in vectem perpendicularis ducitur, ut ponderis locus statuatur, & momenta definiantur. Naturâ quippè comparatum est; ut si vectis non occurrat huic perpendiculari; non moveatur totum pondus, sed fiat ponderis conversio vel circa gravitatis centrum, vel circa aliud punctum quod maneat immotum, aut saltem minore motu moveatur.

CAPUT V.

Quæ sit Ratio Vectis Hypomochlium mobile habentis.

NON hîc hypomochlium mobile illud intelligo, quod simul cum pondere à potentiâ sustentato ad easdem partes promoveatur; cuiusmodi sunt manualia bajulorum vehicula, quæ unicâ rotâ instruuntur, & habentia rationem vectis secundi generis; nam fulcrum habent in axe rotæ, & potentiam in extremitate manubriorum, quibus illa sustinet pondus transferendum: cui propterea addita est rota illâ versatilis, ut etiam hypomochlium citra difficultatem, quin atterat subjectam planitiem, simul cum pondere jam elevato, atque sustentato promoveatur.

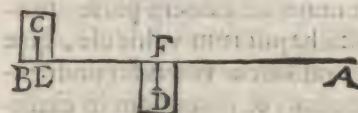
Huiusmodi pariter est novitium vehiculi genus, cui Sellæ Rotatæ nomen fecerunt, hoc uno à lecticâ viatoriâ discrepans, quod loco posterioris jumenti sustentantis additus est axis duabus rotis infixus, cui innituntur vectes ab anteriore equo sustentanti unâ cum pondere intermedio. Hic est vectis secundi generis, cujus hypomochlium sequitur potentiam trahentem pariter ac sustentantem impositum pondus, non mutatâ Ratione momenti potentiæ sustentantis, sive hypomochlium moveatur, sive stabile sit ac fixum. Cæterum quò pondus magis à rotis distat, magis equum gravat, minùs autem subsilir, cum rotæ in offendiculum incurrunt.

Nomine igitur hypomochlij, mobilis illud intelligo, quod

D d d

movente potentia atque conante adversus pondus, resistit quidem vecti, sed & simul loco cedit ita, ut pondus & hypomochlium in oppositas partes immisso inter illa vecte moveantur. Sic contingere potest fulcrum deprimi, dum pondus elevatur, aut fulcrum elevari, dum pondus deprimitur, aut si utrumque in plano horizontali moveatur, in oppositas plagas recedere. Loquor autem de vecte primi & secundi generis, quibus communiter utimur; nam in vecte tertij generis, si hypomochlium cedat, movetur ad easdem partes cum pondere & potentia, sed tardius. Hinc si vecte inter duo pondera non immodicè inæqualia interjecto alterutrum movere coneris, reliquum etiam movetur; ita tamen ut neutrum tantum motus perficiat, quantum haberent singula, si solitariè moverentur, reliquo manente immoto.

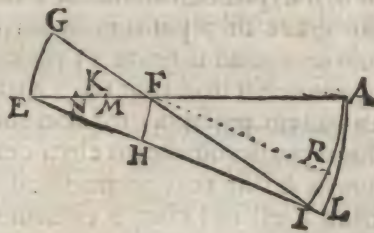
Sit vectis A B inter duos lapides C & D interjectus, qui lapidem C non dimovebit, nisi eum tangat in puncto cui occur-



rit linea ex C gravitatis centro ducta (aut potius planum per idem gravitatis centrum C transiens) ad perpendicularum in vectem, & sit linea C E; nisi enim in E lapis à vecte tangatur, movebitur quidem lapis circa centrum C, donec congruat vecti, sed non propellatur totus lapis. Idem dic de lapide D, nisi tangatur in F occurrente lineæ perpendiculari D F. Quare pondera intelligantur in E & F: & quoniam F resistit vecti, ut E propellatur versùs C, & vicissim E resistit vecti, ut F propellatur versùs D, propterea ad movendum pondus C, vectis A E est primi generis, & ad movendum pondus D, vectis A E est secundi generis; atque pondera illa vicissim habent rationem hypomochlij, quia vectis alteri innititur, ut alterum moveat.

Cæterum singulorum lapidum absoluta & simpliciter sumpta resistantia tum ex eorum ingenitâ gravitate, tum ex superficieum se tangentium asperitate atque conflictu definitur: Comparatè verò ad vectem non sic accipienda est singulorum resistantia, quasi motus centra essent E aut F: experimento enim manifestoprehenditur motum potentia A ad motum ponderis

ponderis C non esse ut A F ad F E, neque ejusdem potentia A æqualem motum esse ad motum ponderis D ut A E ad F E. Nam si punctum E vectis fixum esset, & potentia motus esset A L, motus ponderis F esset F H: Si verò punctum F maneret immotum, & potentia motus esset A I æqualis ipsi A L, motus ponderis esset E G. Tunc autem motus A I æqualis est motui A L, quando ut A F ad A E, ita vicissim angulus A E L ad angulum A F I: æqualium si quidem angulorum in circulis inæqualibus arcus sunt ut Radij;



ergo si fuerint anguli reciprocè ut Radij, scilicet minor in majore circulo, & major angulus in minore, erunt æquales arcus illis oppositi: Sic anguli A F R æqualis angulo A E L arcus A R est ad A L, ut Radius F A ad Radium E A; sed ut F A ad E A, ita arcus A R ad arcum A I ex constructione; ergo ut A R ad A L ita A R ad A I: ergo per 9.lib.5. A I & A L sunt æquales.

Quoniam igitur tam E quàm F ex hypothesi in oppositas partes moventur circumacto vecte, punctum aliquod est inter E & F, quod est veluti centrum motuum tam potentia quàm ponderum, in quo centro quodammodo divisa intelligitur resistentia, quæ componitur tum ex eorum innatâ gravitate, tum ex eorum motu, spectatâ positione ad vectem. Hinc manifestum est singula pondera minùs moveri, quàm si singula moverentur reliquo manente immoto; quia videlicet singula minùs distant à centro, circa quod moventur. Sic ponderum E & F gravitas ponatur æqualis: si intelligatur centrum motus ab utroque æqualiter distare, ut sit K E æqualis ipsi K F, motus potentia factus intervallo A K æqualem habet Rationem ad motum, qui fit à singulis ponderibus.

Quare potentia momentum perinde se habet, atque si utrumque pondus esset in E, aut utrumque in F, hypomochlium verò in K. Ponamus enim E F esse partium 6, quarum partium 7 est F A: igitur E K est 3, & K A 10; & potentia sine vecte movens lib.3, vecte A K E movebit lib.10 in E. Similiter K F est 3, &

D d d 2

K A est 10; igitur potentia ut 3 in A, movebit in F pondus ut 10: igitur etiam in A potentia ut 6, facto motus centro K, movebit vel utrumque pondus ut 10 in E & F, vel unicum pondus ut 20 sive in E, sive in F. Constituatur itaque potentiae virtus ut 6, si hypomochlium esset F immotum, non moveret nisi pondus grave ut 7 positum in E; & facto hypomochlio stabili E moveret pondus grave 13 positum in F; adeoque universum pondus esset librarum 20. Quare idem pondus lib. 20 movetur ab eadem potentia, sed non eodem motu: Nam hic amborum simul ponderum motus circa centrum K est ut 6; at si potentiae motus A I sit 10 (quemadmodum motus potentiae circa centrum K est 10) circa F centrum, motus E G est $8\frac{2}{7}$; & si potentiae motus A L sit pariter 10 circa centrum E motus F H est $4\frac{8}{13}$.

Hinc patet singulorum ponderum motum, quando utrumque simul movetur, minorem esse, quam si singula solitarie moverentur, adeoque totum motum, qui ex duobus motibus coalescit, minorem esse summam, quae conflatur ex motu E G & motu F H. Praeterea manifestum est ceteris paribus moveri facilius pondus F, quod est Potentiae A proximum, quam pondus E ab eadem remotum; minor enim differentia est inter $4\frac{8}{13}$ & 3, quam inter $8\frac{2}{7}$ & 3.

Quod si duorum ponderum E & F absoluta resistantia, quae ex gravitate oritur, inaequalis fuerit, inaequalem pariter esse oportet resistantiam ex motus velocitate, quae unicuique ponderi conveniat, sed reciproce, ut fiat totius resistantiae aequalitas. Cum enim utrumque pondus movendum sit, par est ita resistantiam dividi, ut aequalibus momentis adversentur potentiae contranitenti; quod scilicet gravius est, difficilius movetur, quod minus grave, facilius: igitur illius motus minor est, huius major. Propterea centrum motuum iis intervallis ab utroque pondere aberit, ut quae Ratio est gravioris ponderis ad minus grave, ea sit Ratio distantiae centri motus à minus gravi ad distantiam ejusdem centri à graviore. Sit ex. gr. pondus E lib. 8. & pondus F lib. 12; distantia E F eadem quae prius, hoc est, 6; & F A 7. Cum igitur pondera sint ut 2 ad 3, dividatur E F in quinque partes, & prope gravius F assumantur duae F M, reliquae tres

tres ME spectent ad minus grave E. Si itaque circa centrum M moveantur pondera E & F, habent æqualia resistentiæ momenta; nam lib. 12 moventur ut 2, & lib. 8 moventur ut 3. Quare AM est ad ME ut $9\frac{2}{3}$ ad $3\frac{1}{3}$, & AM ad MF est ut $9\frac{2}{3}$ ad $2\frac{2}{3}$. Fiat igitur ut AM ad ME, ita reciprocè pondus E lib. 8 ad virtutem potentiæ A movendi sine vecte libras $3\frac{1}{3}$; & ut AM ad MF, ita reciprocè pondus F lib. 12 ad ejusdem potentiæ A virtutem movendi sine vecte libras $3\frac{1}{3}$. In hac itaque ponderum inæqualium dispositione paulo plus virium requiritur in potentia (hoc est vis movendi lib. $6\frac{2}{3}$) quam si essent æqualia, eandemque gravitatis summam lib. 20 constituerent.

At si vice versâ pondus E esset lib. 12, & F lib. 8, centrum motuum esset N, atque AN esset $10\frac{2}{3}$; ac propterea ut AN $10\frac{2}{3}$ ad NE $2\frac{2}{3}$, ita pondus E lib. 12 ad virtutem potentiæ A sine vecte moventis libras $2\frac{2}{3}$; & ut AN $10\frac{2}{3}$ ad NF $3\frac{1}{3}$, ita pondus F lib. 8 ad virtutem potentiæ A moventis sine vecte libras $2\frac{2}{3}$. Tota igitur virtus potentiæ in hac eorundem ponderum inæqualium collocatione sufficiet, si fuerit vis movendi lib. $5\frac{2}{3}$, quæ minor est eâ, quæ requiritur, quando pondera sunt æqualia, & differt à virtute, quæ requiritur, quando F gravius est quàm E, vi movendi ferè uncias 8.

Simili argumentatione ratiocinando deprehendes, quo minus fuerit intervallum inter E & F, etiam facilius duo illa pondera eodem vecte moveri. Nam si idem vectis AE 13 adhibeatur, atque pondera E & F æqualia fuerint, intervallum verò EF sit 4, centrum motuum distabit ab A intervallo 11, & à singulis ponderibus intervallo 2: Quare potentia ut 4 movebit pondera singula ut 11: vel si ponantur ut prius singula lib. 10, fiat ut 11 ad 2, ita lib. 10 ad potentiam sine vecte moventem lib. $1\frac{2}{11}$; atque idè tota potentia sufficiens ad movenda duo pondera æqualia simul sumpta lib. 20, erit vis movendi sine vecte lib. $3\frac{2}{11}$. Quod si E fuerit lib. 8, & F lib. 12, E distabit à centro motuum partibus $2\frac{2}{3}$, F verò part. $1\frac{2}{3}$, & potentia A distabit part. $10\frac{2}{3}$: Ex quo fit singula moveri posse à potentia

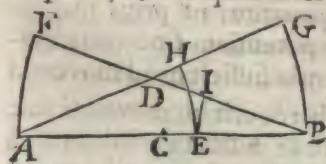
D d d 3

habente virtutem movendi sine vecte lib. $1\frac{12}{11}$, & ambo simul à potentia habente vim movendi lib. $3\frac{22}{11}$. At verò si vicissim E fuerit lib. 12, & F lib. 8, distantia potentiae à centro motuum erit part. $11\frac{2}{3}$, ac propterea singula pondera exigent virtutem movendi lib. $1\frac{12}{11}$, & tota potentia ad utrumque simul movendum sufficiens erit vis movendi sine vecte lib. $3\frac{22}{11}$, quæ deficit à vi movendi lib. $3\frac{22}{11}$, ea virtute, quæ requireretur ad movendum uncias $3\frac{1}{11}$, atque à vi movendi lib. $3\frac{22}{11}$ deficit per uncias $3\frac{1}{11}$ fere.

Quæ de corpore gravi dimovendo dicta sunt, intelligantur pariter, si vectis inter duo corpora flectenda, aut divellenda, interjiceretur; quemadmodum objectos caveæ si quæras frangere clathros: quod enim hic gravitas, ibi ferreæ virgæ aut lignei rigilli soliditas impedimentum affert motui.

Porro in vecte tertij generis, quando potentia inter utrumque pondus mobile constituitur, aliter res se habet: adhuc scilicet, ut aliquam vectis Rationem habeat, requiritur aut inæqualitas ponderum, aut saltem inæqualitas distantiarum potentiae à ponderibus in utràque extremitate constitutis, ita tamen ut hæ distantie non sint in reciproca Ratione ponderum: nam si planè æqualiter distaret potentia ab æqualibus ponderibus, aut inæquales distantie essent in reciproca Ratione inæqualium ponderum, ita utrumque traheretur, aut impelleretur, ut pondera singula æquè moverentur ac potentia: ad Rationes autem vectis spectat inæqualiter moveri potentiam ac pondus, si vectis quidem obtineat vim Facultatis Mechanicæ.

Quoniam igitur in hujusmodi vecte tertij generis oportet utrumque pondus opponi motui potentiae, vel quia utrumque impellitur, vel quia alterum trahitur, alterum impellitur, sit



vectis AB, in cujus extremitatibus pondera respondeant punctis A & B: Si potentia fuerit in C æquè distans ab A & B, pondera autem fuerint æqualia, potentia haberet sui motus centrum, sed pariter traheret aut impelleret ad partes D utrumque pondus; nam æquè utrumque resisteret

tūm

tum ratione gravitatis, tum ratione positionis & distantia, quæ legem daret motui, ac proinde utrumque æqualiter cederet virtuti potentia. At si pondus A minus fuerit, quàm pondus B, sed reciprocam Rationem habeant distantia potentia existens in E, ut sit EB ad EA, in Ratione ponderis A ad pondus B; adhuc æquales sunt resistentia; sicut enim in plano Verticali potentia in E sustineret utrumque pondus in æquilibrio, ita in plano horizontali trahens aut impellens utrumque æqualiter moveret.

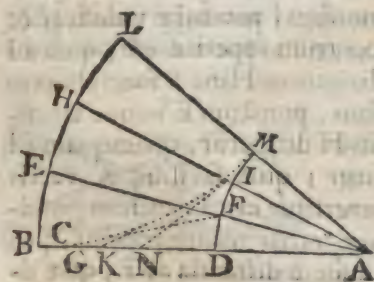
Sint igitur pondera A & B sive æqualis gravitatis, sive inæqualis, & ita potentia sit in E, ut EB ad EA non sit in Ratione ponderis A ad pondus B: utique si B moveri non posset, potentia E circa B, tanquam circa centrum, describeret arcum EI, & pondus A arcum AF: similiter si pondus A immotum maneret, potentia circa A, tanquam circa centrum, describeret arcum EH, & pondus B arcum BG, ex hypothesi æqualem arcui AF. Potentia igitur in E facilius cæteris paribus moveret pondus B sibi proximum, quàm pondus A remotum, si singula singillatim movenda essent; quia, cum arcus EH major sit arcu EI, arcus autem BG, & AF sint æquales, major est Ratio EH ad EI quàm BG ad AF; & per 27. lib. 5. vicissim EH ad BG habet majorem Rationem quàm EI ad AF. Cum itaque neutra extremitas immota maneat, sed ambo pondera moveantur, minus movetur A, quod difficilius, magis B, quod facilius: ac propterea A simpliciter fungitur munere hypomochlij ad motum ponderis B: hoc verò vicissim ad ponderis A motum, quamvis minorem, subit vicem fulcri: Neque enim hic unum tribus motibus, potentia videlicet & duorum ponderum, commune centrum reperire est, quia ad eandem partem omnium motus dirigitur. Hinc si fune alligato in E trahas vectem cum ponderibus, punctum E neque omnino versùs I, neque omnino versùs H dirigitur, quamquam ad H potius, quàm ad I inclinabitur; quia facilius A vectis punctum respondens ponderi convertitur circa centrum gravitatis ponderis, quàm propellat aut trahat totum pondus, prout ferunt, & ipsius gravitas, & ejusdem distantia ab E, quæ illius resistentiam componunt.

CAPUT VI.

*Quenam sint momenta Vectis pondus fune
connexum trahentis.*

Contingere potest oblato ponderi super planum horizontale, aut inclinatum, trahendo non esse parem Potentiam: hujus imbecillitati opem ferre licebit Vecte potissimum secundi generis, cujus extremitas altera fixa & stabilis maneat in plano, in quo pondus jacet, alteram extremitatem Potentia moveat, & loco intermedio alligetur funis cum pondere connexus, qui dum vecte movetur, secum rapiat & pondus. Verum non leviter hallucinaretur, quisquis momenta vectis ex alligati funis loco simpliciter & absolute definiret; cum potius ponderis resistantiam ex ipsius motu computare oporteat. Quoniam verò duplex esse potest vectis motus, nimirum aut in plano Verticali, aut in Horizontali, propterea uterque seorsim considerandus est; diversas enim lineas in plano, in quo jacet, pondus percurrit; rectam scilicet, si vectis in plano Verticali agitur; curvam verò, si in plano horizontali aut inclinato eodem, cui pondus incumbit etiam vectis moveatur.

Sit in plano, in quo pondus jacet, linea AB, cui vectis congruere intelligatur, & concipiatur pondus in puncto C; vecti



autem in D alligetur funis ita connectens pondus cum vecte, ut parti vectis DA æqualis sit funis DC. Attollatur in plano Verticali vectis, ut sit AE describens arcum BE; etiam punctum D ascendit in F, ac propterea funis est FG, & ponderis motus est CG. Iterum attollatur æqualiter vectis ex E in H; funis caput venit in I, & pondus in K. Similiter

vecte

vecte in L sublato, funis venit in M, & pondus in N. Sunt igitur tres ponderis motus, CG, GK, KN, inter se inæquales, qui semper majores fiunt; motus autem potentiæ BE, EH, HL ex hypothesi sunt æquales; igitur major est Ratio motûs BE ad motum CG, quàm motûs EH ad motum GK, & hæc Ratio major est Ratione motûs HL ad motum KN. Cum itaque motibus BE, EH, HL similes sint motus DF, FI, IM, manifestum est motum ponderis non servare Rationem secundum quam dividitur vectis ab alligati funis capite, eadem quippe semper est Ratio EA ad AF, & HA ad AI, & LA ad AM.

Motus autem illos ponderis CG, GK & KN semper esse majores hinc constat, quia pars vectis inter funem alligatum atque hypomochlium A ex hypothesi est æqualis ipsi funi connectenti pondus: sunt igitur triangula Isoscelia æqualium semper laterum, sed quæ majores & majores angulos ad basim habent, ideoque minorem & minorem angulum verticalem continent. Atqui angulorum ad centrum in circulis æqualibus, vel in eodem circulo, semper æqualiter decrefcentium subtensæ minores fiunt eâ lege, ut decrementa illa, hoc est, subtensarum diminutarum differentia augeantur, ut ex Canone Sinuum constat. Cum itaque AG sit subtensâ anguli AFG, & AK sit subtensâ anguli AIK minoris, & AN sit subtensâ anguli AMN adhuc minoris; harum subtensarum differentia, videlicet CG (differentia inter diametrum circuli AC & subtensam AG) GK & KN motus ponderis semper augentur.

Id quod ut manifestum fiat, triangula ipsa ad calculos revocemus singulorum basim inquirentes: ponamus verò ex. gr. arcus BE, EH, HL singulos grad. 15, & latera singula AF & GF esse partium 100. Igitur angulus AFG est grad. 150, & basis AG deprehenditur partium $193\frac{18}{100}$. Est autem AC ex hypothesi 200, adeoque CG part. $6\frac{82}{100}$. In triangulo AIK latera sunt eadem, anguli ad basim singuli grad. 30, angulus verticalis grad. 120; ergo basis AK part. $173\frac{20}{100}$: & inter AK atque AG differentia GK est $19\frac{98}{100}$. Deinde in triangulo AMN anguli ad basim singuli sunt grad. 45; igitur angulus verticalis grad. 90, & basis AN part. $141\frac{42}{100}$, & inter AN & AK dif-

Ecc

ferentia KN est $31 \frac{28}{100}$. Et si vectem elevando pergas, idem in consequentibus triangulis deprehendes, augeri scilicet differentias usque ad A .

Hinc patet eò faciliorem esse, cæteris paribus, motum, quò majorem angulum funis cum vecte constituit, nam ab æquali potentie motu minor ponderis motus efficitur, quàm si major esset angulus elevationis vectis. Quare facilius promovebitur ad destinatum locum pondus quod trahitur, si post aliqualem vectis elevationem, iterum inclinato, quàm maximè fieri poterit, vecte, extremitatem A , hoc est hypomochlium subinde promoveas, quantum feret funis longitudo: tunc enim fune maximè inclinato tractio ponderis minùs obliqua juvabit motum, qui etiam minor est, quàm si pergeres vectem elevando.

Non est tamen necesse servari hanc, quam claritatis gratiâ proposui, æqualitatem funis FG , & partis vectis FA ; sed assumi potest vel longior, vel brevior funis, adeò ut ex vectis parte, ex fune, & ex distantia ponderis ab hypomochlio fiat triangulum scalenum: in quo si funis fuerit longior parte vectis, eodem potentie motu minùs accedet pondus ad hypomochlium, quàm si funis fuerit brevior eadem vectis parte; atque quo longior fuerit funis, etiam minor erit, adeoque facilius, ponderis motus, cæteris paribus, nam & tractio minùs obliqua erit. Statue igitur ex. gr. AD esse partium 73 , & DC part. 100 : quare vecte jacente, distantia AC est 173 .

Sit angulus FAG iterum gr. 15 ; invenitur angulus AFG gr. 154 . m. 7 , & basis AG part. $168 \frac{66}{100}$; igitur CG $4 \frac{34}{100}$. In triangulo AIK latera AI 73 , IK 100 ut priùs, angulus IAK gr. 30 : invenitur angulus verticalis AIK gr. 128 . m. 36 , & basis AK part. $156 \frac{30}{100}$: igitur GK est $12 \frac{36}{100}$. Demum in triangulo AMN latera sunt eadem ut priùs, angulus MAN gr. 45 : ex quibus datis invenitur angulus AMN gr. 103 . m. 55 , & basis AN part. $137 \frac{27}{100}$: igitur KN $19 \frac{3}{100}$, & totus motus CN est part. $35 \frac{23}{100}$.

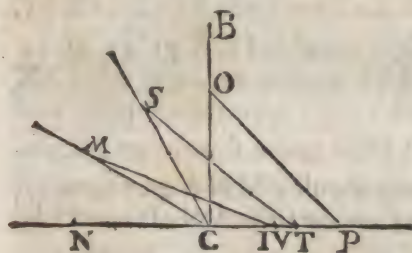
Sed vicissim statue AD partium 100 , DC verò funem part. 73 ; quibus æqualia sunt trianguli AFG latera AF 100 & FG 73 ; angulus autem FAG est gr. 15 : invenitur angulus FGA gr. 20 . m. 46 , & angulus AFG gr. 144 . m. 46 : quare
 AG

A G est part. $164 \frac{87}{100}$, & motus C G part. $8 \frac{15}{100}$, qui tamen superius, quando D C major erat, quàm A D, deprehensus est solum $4 \frac{34}{100}$. In Triangulo A I K similiter datur A I 100, I K 73, angulus I A K gr. 30: invenitur angulus I K A gr. 43. m. 14, ac proinde angulus verticalis A I K gr. 106. m. 46, & basis A K part. $139 \frac{22}{100}$: igitur G K part. $25 \frac{6}{100}$, quæ tamen prius erat $12 \frac{26}{100}$. Deinde in triangulo A M N latera sint eadem, & angulus M A N gr. 45: invenitur angulus M N A gr. 75. m. 37, & verticalis A M N gr. 59. m. 23: quare basis A N est par. $88 \frac{81}{100}$, & motus K N part. $50 \frac{24}{100}$, qui prius erat $19 \frac{3}{100}$. Verùm elevari vectis poterit solum, ut funis fiat perpendicularis horizonti, scilicet facto angulo ad A gr. 46. m. 53; & basis erit distantia ab A part. $68 \frac{31}{100}$.

Ut autem innotescat, quid contingat fune adhuc longiore quàm part. 100, posita eadem vectis parte A D part. 73. non pigeat iterum examinare triangula. Sit ergo funis D C part. 200, quarum A D est 73; anguli elevationis vectis sint iidem, qui superius. In Triangulo A F G, angulus F A G est gr. 15, latus A F 73, latus F G 200: invenitur angulus F G A gr. 5. m. 25, & angulus A F G gr. 159. m. 35: ac proinde basis A G part. $269 \frac{36}{100}$, & motus C G part. $3 \frac{44}{100}$, qui, posito fune F G 100, erat $4 \frac{74}{100}$. In triangulo A I K latera sunt eadem, angulus I A K est gr. 30; ergo angulus I K A gr. 10. m. 31, & verticalis A I K gr. 139. m. 29; atque basis A K part. $259 \frac{87}{100}$; ac propterea G K part. $9 \frac{62}{100}$, quæ prius fuit $12 \frac{26}{100}$. Denique in Triangulo A M N eadem latera 73 & 200 cum angulo M A N gr. 45, dant angulum M N A gr. 14. m. 57, & verticalem A M N gr. 120. m. 3; atque basim A N part. $244 \frac{82}{100}$: quare motus K N est $15 \frac{1}{100}$, qui in priore hypothesis erat $19 \frac{1}{100}$. Longior itaque funis dat minorem & faciliorem motum ponderis.

Quemadmodum verò elevando vectem à positione horizontali usque ad perpendicularum difficultas trahendi augetur, quia pondus velocius movetur, ita ex adverso, si vectis horizonti perpendicularis inclinetur ad partem oppositam ponderi

vectis ad horizontem de-
primitur. Sit enim pon-
dus in P , vectis perpendi-
cularis CB , funis OP
utique longior parte vectis
 OC .



Inclinetur vectis per Quadrantis trientem, ut O veniat in S; funis erit ST,

Illa autem basium CP, CT, CV decremeta in triangulis COP, CST, CMV semper minui constabit ex Trigonometria; dantur enim in omnibus eadem duo latera, scilicet funis longitudo, & pars vectis, datúrque in singulis æqualiter crescens angulus funi oppositus; quare inveniuntur & bases, quarum differentiæ semper minores fiunt. Sic in triangulo OCP rectangulo fit perpendicularum OC partium 73, & hypotenusa OP part. 100; igitur CP basis est part. $68\frac{24}{100}$. Deinde quia CS est part. 73, ST part. 100, & angulus SCT gr. 120, invenitur CT part. $40\frac{97}{100}$; ergo PT est part. $27\frac{37}{100}$. Similiter MC est 73, MV 100, angulus MCV gr. 150; igitur CV invenitur part. $29\frac{91}{100}$; ac proinde TV est part. $11\frac{6}{100}$. Demum quia NC est 73, & NI est 100, remanet CI part. 27: & ablatâ CI ex CV, relinquitur IV part. $2\frac{91}{100}$. Totius itaque motus PI est part. $41\frac{14}{100}$. Fac autem OC 73 esse quartam totius vectis partem, qui proinde erit part. 292. Et quia Radius ad Quadrantem peripheriæ circuli est ut 7 ad 11, si fiat ut 7 ad 11, ita 292 ad $458\frac{2}{7}$, potentia in vectis extremitate posita motum

motum habet part. 458, dum pondus movetur solum per spatium part. 41.

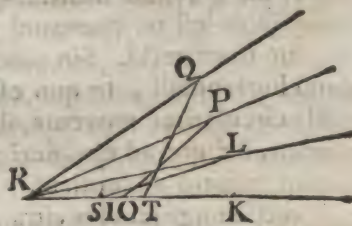
Jam verò finge omnia eadem, præter funis longitudinem, quam statuamus OP ex. gr. partium 200, quarum OC est 73. igitur CP est 186 $\frac{2}{3}$; & quia NC est 73, atque NI ex hypothesi est 200, remanet CI part. 127; atque adeò totus motus PI est part. 59 $\frac{1}{3}$: ad quem motum idem potentiæ motus 458 habet minorem Rationem quàm ad motum part. 41, quem dat minor funis longitudo.

Supereft adhuc tertia quædam ponderis positio, vecte agitato in plano verticali; quando nimirum initio motus statuitur pondus proximum hypomochlio, à quo in motu recedat: hujusmodi scilicet vecte uti possumus, cum aliquid modicè quidem movendum in plano horizontali proponitur, sed multa est difficultas. Similiter si longiuscula ferrea bractea esset suis extremitatibus validè connexa cum aliquo corpore, & circa medium eam flecti oporteret, ut cuneus vel aliquid simile inter corpus & bracteam inferi posset; funi adnecteretur uncus bracteam apprehendens, qui elevato vecte, sive depresso illam aliquantulum flecteret.

Sit vectis hypomochlium in R, funis in K alligatus, & funis longitudo KS 73; pars verò vectis RK 100: quare RS distantia ponderis S ab hypomochlio R est 27. Moveatur vectis sursum, & faciat angulum LRK gr. 15 funis est LI part. 73, & LR part. 100; igitur ex his datis invenitur angulus RIL gr. 159. m. 14, & RLI gr. 5. m. 46; adeoque basis RI part. 28 $\frac{32}{100}$; igitur motus ex S in I est 1 $\frac{32}{100}$. Quod

si ponatur RL esse quarta pars vectis, totus Radius est part. 400, & arcus ab extremitate vectis descriptus gr. 15, est part. 104 $\frac{32}{100}$: Ex quo vides motum potentiæ ad motum ponderis esse proximè ut 78 ad 1. At verò si funis LI longior ponatur, ut sit part. 90, & reliqua sint ut prius, invenitur angulus RIL gr. 163.

Ecc. 3



m. 17, & angulus RLI gr. 1. m. 43: quare basis RI est part. $10 \frac{42}{100}$: & quia RS ex hypothesi est solum part. 10, motus SI est $\frac{42}{100}$ multo minor quam cum funis brevior ponitur, ac propterea etiam facilior est motus, quippe qui minorem Rationem habet ad motum potentiae.

Pergendo autem in elevatione vectis adhuc per gr. 15, ita ut angulus PRO sit gr. 30, PR est 100, PO est 73: invenitur angulus ROP gr. 136. m. 46, & angulus RPO gr. 13. m. 14, atque basis RO part. $33 \frac{42}{100}$: quare motus IO est part. $5 \frac{8}{100}$. Et iterum elevando vectem per gr. 15, ita ut angulus QRT sit gr. 45, invenitur angulus QTR gr. 104. m. 23, & angulus RQT gr. 30. m. 37, basis autem RT part. $52 \frac{12}{100}$: ex quo fit motum OT esse partium $19 \frac{11}{100}$. Hinc patet aequalibus potentiae motibus inaequales, semperque majores ponderis motus respondere, ac proinde crescere movendi difficultatem; cum enim pondus suâ gravitate insistat subjecto plano, in quo trahitur, quò magis elevatur vectis, etiam funis magis obliquus est, minusque valida fit tractio, quæ magis obliqua est.

Quas hactenus recensuimus tractiones, fieri per lineam rectam vel accedendo ad punctum hypomochlij, vel ab eo recedendo, satis constat; quia, dum vectis in plano Verticali movetur, pondus non recedit ab illo eodem plano Verticali semper suâ gravitate insistens plano horizontali, atque idcirco motus illius est in communi horum planorum sectione, hoc est, in lineâ rectâ. Sin autem motus vectis fuerit in eodem plano horizontali, in quo est pondus fune trahendum, quia vectis circulariter movetur, illum sequitur pondus per lineam curvam, sed quo ad ejus fieri possit, brevissimam, ut quam minimam patiatur violentiam. Certum quippe est oportere funem vecti congruentem citra quamlibet anguli inclinationem, esse brevioris parte illâ vectis, quæ inter hypomochlij, & locum alligati funis, intercipitur; si enim æqualis esset, circumducto vecte pondus fulcro proximum non moveretur; multo minus, si longior esset funis. Cum itaque brevior sit, necesse est pondus quoque circumduci, sed non eâ ratione, qua moveretur, si funis eundem semper angulum cum vecte constitueret; quemadmodum contingeret, si vecti loco funis
 f. exilis

flexilis rigidum brachium adjaceret, cui pondus adnecteretur. Verum quia pondus suâ gravitate resistit, dum vectis movetur, retinetur aliquantulum funis à pondere, & angulum subinde majorem cum vecte efficit; trahitur tamen pondus, sed ita, ut violentiam subeat quàm minimam pro ratione positionis; ac propterea lineam curvam helici similem describit, quo ad funis certum angulum acutum (pro ut funis, aut pars vectis longiores fuerint, sive breviores) cum vecte constituat; quo deinde angulo manente pondus in gyrum ducitur per circuli ambitum. Observabis enim posita eadem vectis parte, quò brevior fuerit funis, eò majorem esse angulum illum, ad quem devenitur, & in quo consistitur nec illum augendo, nec minuendo. Quod si in funem eadem vectis parte longiorem ita disponas, ut non vecti congruat, sed cum illo angulum efficiat, circumducto vecte ita pondus per helicem moveri videbis, ut diminuto subinde angulo, demum funis vecti in eadem rectâ lineâ congruat, & ponderis ultra hypomochlium manentis tractio desinat: quia videlicet ponderis gravitas resistens licet trahatur, retinet tamen funem, & minuitur angulus, usque dum omnis angulus pereat.

Hujusmodi motus causam deprehendes, si attentè inspicias pondus, cum vectis in gyrum moveri incipit, ita trahi, ut etiam aliquantulum circa suum centrum gravitatis, aut circa aliud punctum (neque enim hic locus est punctum illud definiendi) volvatur; ex qua conversione sit minore motu opus esse, ut pondus consequatur trahentem: ubi verò tanta facta fuerit ponderis circa suum centrum conversio, ut si in hanc, vel in illam partem adhuc converteretur, majorem subiret in tractione violentiam; hoc est, cogereretur majorem motum perficere, quàm sit motus ejusdem nullâ factâ circa suum illud centrum conversione, tunc manet angulus funis cum vecte, nec jam augetur aut minuitur. Quia autem, cæteris paribus, quò brevior est funis, eò major fit ponderis circa suum centrum conversio; propterea ad majorem angulum demum inclinatur funis in vectem. Sed in hoc non est diutiùs immorandum; rarus quippe est hujusmodi tractionis usus.

CAPUT VII.

*Quid conferat Potentia moventis applicatio
ad vectem.*

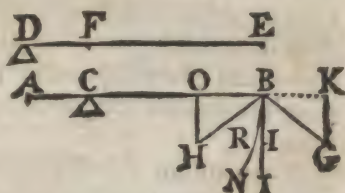
Q Uoniam duplex est Potentiæ genus, alia siquidem inanimata est, cujus conatus secundum rectam lineam in centrum, vel à centro, dirigitur, prout gravis est aut levis, alia est vivens, quæ pro variâ musculorum intentione, ac membrorum inflexione in aliam atque aliam partem dirigi potest; idcirco, cujusmodi potentiâ uti liceat, considerandum est, ut opportunum vectis genus eligatur. Nam si vectis primi generis depressione attollendum sit pondus, & potentia sit vivens, ut homo, major est movendi facilitas, tum quia ipsum vectis pondus potentiam juvat suâ gravitate, tum quia in hujusmodi depressione vectis non solum brachiorum, sed etiam quandoque totius humani corporis vecti incumbentis, vel ex vecte pendentis gravitas momentum non leve addit contentioni, qua virtus movendi impetum vecti imprimens connititur. Sin autem vecte secundi, aut tertij generis elevandum sit pondus idem, ipsa vectis gravitas officit, quam pariter cum ipso pondere attollere oportet, & majore virium contentione opus est, ut experientiâ docemur.

Verùm illud, quod hîc potissimum examinandum proponitur, est ipsa potentiæ, quacumque illa sit, applicatio ad vectem: neque enim satis est, si illa extremitati vectis adjungatur, aut certo quodam loco in vecte tertij generis collocata intelligatur; sed maximè attendendum est, secundum quam lineam potentiæ motus dirigitur; diversa quippe sunt potentiæ momenta pro alia atque aliâ hujusmodi motûs directione, quatenus cum vecte comparatur. Quemadmodum enim si potentia vectem urgeat, aut trahat, juxta ejusdem vectis in hypomochlij puncto firmati longitudinem, nihil prorsus in pondere efficit; ita quoque si in vectis longitudinem obliquè incidat

dat impetûs à potentiâ concepti directio; pro ratione obliquitatis minuitur potentiæ momentum; quod integrum manet, si ad angulos rectos vecti occurrat linea motus, quam init potentia.

Sit vectis primi generis A B habens hypomochlium in C, si-
ve secundi aut tertij generis D E habens hypomochlium in D.
Si potentia constituta in B, aut
E aut F, motum suum dirigat
secundum eandem rectam li-
neam B A aut E D, si-ve urgen-
do vectem versùs C aut D, si-ve
illum inde retrahendo, mani-
festum est, puncto hypomo-
chlij C aut D manente, pondus
in A, aut in F, aut in E consti-
tutum nihil prorsus moveri, nam totus potentiæ conatus irri-
tus est, nec vectem movet. Oportet igitur lineam, secundum
quam dirigitur motus potentiæ, constituere cum vectis longi-
tudine angulum aut rectum, aut recto minorem, aut majorem.
Si angulum acutum H B A efficiat, movetur quidem potentia
& vectis, sed cum urgeatur vectis versùs hypomochlium C,
impeditur potentia, nec movet vectem pro ratione impetûs,
quem illa concipit. Similiter si directio motûs potentiæ sit se-
cundum lineam B G, & fiat angulus obtusus G B A, quamvis
vectem moveat, minùs tamen illum flectit aut deprimit, quàm
requirat impetûs concepti intensio, quia conatur vectem re-
trahere ab hypomochlio C, & ab illo retinetur. Cum autem,
quò acutior aut obtusior est angulus, eò etiam majus sit impe-
dimentum, hinc est pariter plus laboris à potentiâ impendi.
Quare, cum nullum sit hujusmodi impedimentum, quando ad
rectos cum vecte angulos potentiæ motus dirigitur, ut I B A,
propterea tunc solum potentia obtinet omnia momenta, quæ
concepto impetui respondent: nihil enim impetûs deteritur ab
impedimento, quod vectis inferat, quippe qui nec versùs hy-
pomochlium urgetur, nec ab illo retrahitur.

Porro observa longè aliàm esse lineam motûs potentiæ, à li-
neâ secundum quam ejusdem potentiæ motus dirigitur; nam
potentia in B applicata movetur describendo arcum circa C



punctum hypomochlij, sed pro variâ directione modò majorem, modò minorem arcum describit eodem tempore ex vi ejusdem impetûs concepti. Hinc est, nisi potentia suum motum in gyrum dirigat, fieri non posse, ut in motu eadem servet virium momenta: Nam licet eandem directionem servaret, quatenus horizontem respicit, aut certum aliquod punctum, non esset tamen eadem directio comparata cum vecte; alium quippe atque alium cum vecte angulum constitueret illa eadem directionis linea: id quod manifestò constat, cum vectis à potentiâ gravi deprimitur; linea enim directionis in centrum gravium directâ semper obliquior incidit in vectem, qui deprimitur.

Voco autem *Directionem motûs* lineam illam, quam potentia ex vi concepti impetûs sponte percurreret, nisi ab illâ deflectere cogeretur, quia cum vecte connectitur. Sic potentia B lineam BH ex.gr. percurreret, nisi vectis in C firmati soliditas obstaret, cogereturque arcum BR describere: idem de cæteris lineis dicendum. Hinc si longitudo BH concipiatur spatium, quod à potentiâ liberâ vi sui impetûs certo tempore perficeretur, illa utique non recederet à lineâ AB nisi pro ratione Sinûs Recti angulo HBA convenientis posito Radio BH, scilicet per HO. Similiter si directio motûs sit BG angulum obtusum GBA constituens, potentia non recederet ab eadem lineâ AB nisi pro ratione GK sinus Recti ejusdem anguli GBA obtusi posito Radio BG, qui ex hypothesi æqualis est Radio BH, ponitur enim utrobique æqualis impetus potentiæ. Quare cum idem sit Sinus Rectus anguli acuti, atque obtusi, quorum summa æquatur duobus rectis, eadem pariter momenta virium exercet potentia, sive ad acutum, sive ad obtusum cum vecte angulum dirigatur. Hoc tamen intercedit discrimen, quando potentia eandem servat ad horizontem directionem, quod acutus angulus procedente motu fit major accedens ad Rectum, augeturquo ejus Sinus; obtusus verò angulus fit obtusior magis recedens à Recto, minuiturque ejus Sinus; ac proinde ibi augetur, hinc minuitur movendi facilitas.

Potentia itaque motum suum dirigens ad acutum angulum per lineam BH, vi sui impetûs describit circa centrum C arcum BR; ad angulum rectum per lineam BI describit arcum BN;

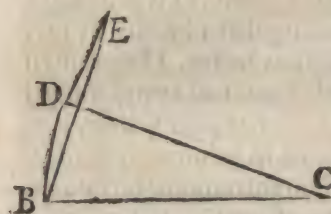
BN; ad angulum demum obtusum per lineam BG describit arcum BL, qui est æqualis arcui BR, si angulus obtusus GBA sit supplementum ad duos rectos anguli acuti HBA, major autem, aut minor eodem arcu BR, si angulus obtusus sit minor aut major eodem Supplemento ad duos rectos. Hæc tamen ita dicta intelligas velim, ut hujusmodi arcus toti atque integri non motum ipsum exprimant, qui re vera fiat, sed virium Rationem pro diversa potentia applicatione in minimâ arcus descripti particulâ; neque enim singulis temporis momentis æqualis pars arcus eidem impetui respondet, singulis nimirum momenti mutatur vectis inclinatio, & manet eadem motus directio, atque varia est potentia ad vectem applicatio, nisi illa impetum concipiat, quo sua sponte in gyrum ageretur, etiam si ad motum circularem non determinaretur à vecte. Sed quoniam arcus eodem Radio CB à potentia descriptus est similis arcui eodem Radio CA descripto à pondere, proinde non mutatur Ratio motuum, sive potentia describat eodem impetu minorem, sive majorem arcum ejusdem circuli: propterea non mutatur quidem momentum potentia cum pondere absolute comparata, mutatur tamen subinde momentum potentia, quatenus secum ipsa comparatur, faciliusque movere pondus tunc dicitur, quando eodem conatu majorem motum ponderi æquali tempore conciliat; id quod fit, cum ad angulum rectum vecti applicatur.

Hæc eadem, quæ in vecte primi generis explicata sunt, in reliquis pariter duobus generibus locum habent, nec opus est illa iterum inculcare. Unum in his observandum videtur, quando potentia movens est à vecte sejuncta, illumque trahendo movet certo in loco firmiter constituta, vectem in motu propius accedere ad potentiam trahentem, ac proinde diligenter attendendam esse ipsius potentia positionem, ut innotescat, utrum angulus, quem subinde cum vecte funiculus efficit, accedat magis ad rectum, an verò recedat à recto, quia in motu acutior aut obtusior evadat. Id quod satis fuerit subindicasse; præstat siquidem laborem in motu minui, quam augeri.

Sic dato vecte CB secundi generis habente hypomochlium in C, statue quantum moveri debeat, ex. gr. per

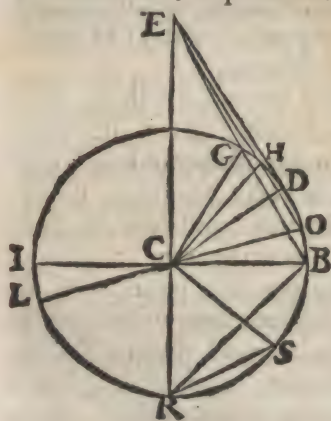
Fff 2

arcum B D. Erit igitur vectis positio C D. Exciterur ex D



perpendicularis DE, & in aliquo rectæ lineæ DE puncto, puta in E, statuatur potentia, quæ funiculo EB trahens vectem ita vecti intelligatur applicata, ut majorem subinde angulum efficiat, donec ad rectum CDE deveniat. Sic facilius erit motus, & labor minuetur. Quod si poten-

tia movendo pergeret adhuc trahens vectem, jam augeretur labor, quia applicaretur ad angulum obtusum. Porro in recta DE eligendum esse punctum, quoad fieri poterit, proximum puncto D, ut funiculus EB minus acutum angulum cum vecte CB constituat, apertius est, quàm ut oporteat id pluribus hâc ostendere. Eximendus tamen est omnis scrupulus, ostendendo angulum semper majorem fieri, quando distantia potentiae E ab hypomochlio C major est longitudine dati vectis CB.



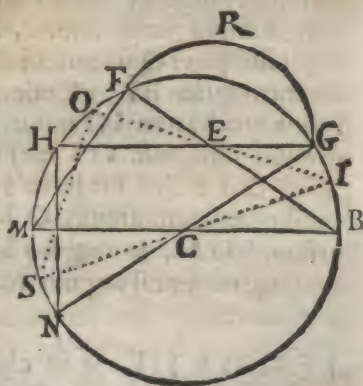
cet peripheriam in G. Tum vectis
 positio fiat CO, & funiculus EO
 secet peripheriam in H. Mani-
 festum ex 33. lib. 6. angulum
 COE majorem esse angulo CBE:
 nam, productâ OC in L, angulus
 CBE insitit arcui GI, angulus
 autem COE insitit arcui HL, qui
 major est arcui GI: omnes autem
 acuti sunt, quia insistant periphe-
 riæ minori, quàm sit semicirculus
 (sunt enim, ex 20. lib. 3, subdupli
 suorum angulorum ad centrum
 iisdem peripheriis insistentium)

lum CDE minorem esse angulo CHE, hunc verò minorem angulo CGE, atque ita deinceps.

Idem contingit, si distantia potentiae R ab hypomochlio C omnino æquali sit longitudini vectis CB; nimirum trahendo vectem ex B in S, angulus RSC major est angulo RBC, & sic deinceps trahendo ex S versus R: quamvis enim semper fit angulus acutus, major tamen subinde fit & major; quia manente eadem distantia RC æquali longitudini vectis, tam triangulum CBR quàm CSR, & reliqua omnia sunt Isoscelia; quò ergo minor fit angulus ad C, eò major fit angulus ad basim in R, cui, per 5. lib. 1. æqualis est reliquus angulus ad eandem basim. At si distantia potentiae ab hypomochlio minor fuerit longitudine vectis, utique locus potentiae est intra circulum à vecte circumducto descriptum: Consideranda est igitur varia funiculi ad vectem inclinatio: pro qua explicanda hæc præmitto lemmata.

LEMMA I. Si intra circulum assumptum fuerit punctum E, in quo duæ rectæ lineæ BF & GH æqualiter à centro distantes, ideoque ex 14. lib. 3. æquales, se invicem secant; & à centro C ducantur Radij CB & CG; anguli CBF & CGH sunt æquales.

Producatur BC in M, & GC in N, ducanturque rectæ FM & HN. Quia MB & NG sunt diametri, anguli in semicirculo BFM & GHN, ex 31. lib. 3. sunt recti: igitur quadrata BF & FM simul sumpta sunt æqualia quadratis GH & HN simul sumptis, cum, ex 47. lib. 1. æqualia sint quadrato diametri. Est autem quadratum BF æquale quadrato GH, nam rectæ BF & GH ex hypothesi sunt æquales; igitur quadrata FM & HN sunt æqualia, ideoque rectæ



Fff 3

FM & HN sunt æquales; ergo ex 28. lib. 3. subtendunt æquales peripherias, FHM & HMN ; ergo ex 27. lib. 3. anguli FBM & HGN æqualibus peripheriis insistentes æquales sunt.

Invenitur autem recta linea transiens per E , quæ æqualis sit rectæ BF , si facto centro E , intervallo EF , describatur circulus FRG secans datum circulum in G ; nam ex G per E ducitur recta GH quæsita: est enim, per 35. lib. 3, rectangulum GEH æquale rectangulo $FE B$; sunt autem GE & FE æquales Radij ejusdem circuli ex constructione; igitur per 1. lib. 6, etiam EH & EB sunt æquales; ergo tota GH toti FB est æqualis.

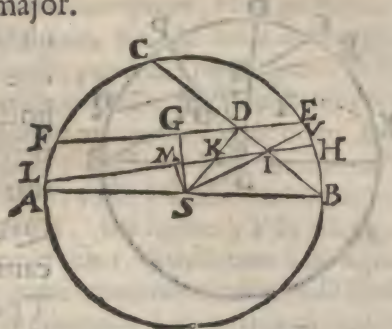
LEMMA II. Si in puncto E intra circulum assumpto secant se invicem duæ rectæ BF & IO inæquales, ac proinde ut colligitur ex 15. lib. 3. inæqualiter à circuli centro distantes, ducanturque ex centro Radij CB , & CI ; angulus factus à Radio cum lineâ remotiore major est angulo facto à Radio cum lineâ propinquiore.

Perficiantur triangula BFM & IOS rectangula ad F & O ex 31. lib. 3, quia MB & SI sunt diametri. Quadrata BF & FM simul sumpta, ex 47. lib. 1, sunt æqualia quadratis IO & OS simul sumptis: Quia autem ex hypothese recta IO remotior est à centro quam BF , est etiam minor, ut constat ex 15. lib. 3: igitur quadratum IO minus est quadrato BF , adeoque quadratum reliquum OS majus est reliquo quadrato FM , & linea OS major est linea FM . Quapropter etiam OS subtendit majorem arcum OMS , & FM subtendit minorem arcum FOM , & angulus SIO factus à Radio cum lineâ remotiore major est angulo MBF facto à Radio cum lineâ propinquiore.

LEMMA III. Si in circulo ab extremitate diametri B exeat recta linea BC circulum secans, in qua assumatur punctum D eam bifariam æqualiter dividens, & per punctum

punctum D alia recta circulum secans ducatur, hæc vicinior est centro, & major.

Ducatur ex centro S recta SD, quæ per 3. lib. 3. facit angulum SDC rectum: Tum per D alia quædam linea EF transeat, quæ utique cum recta SD facit angulum SDF minorem recto, & SDE majorem recto: nam si angulos faceret rectos, esset SD utrique linearum BC, & EF perpendicularis, secaret EF bifariam in D per 3. lib. 3. adeoque duæ rectæ BC & EF se mutuo bifariam secarent, contra 4. lib. 3. Igitur in rectam EF perpendicularis ducta ex centro S erit SG cadens ad partes anguli acuti. Quapropter in triangulo SGD, rectangulo ad G major est hypotenusa SD, quam perpendicularum SG. Magis ergo distat linea BC quam linea EF à centro, ac proinde per 15. lib. 3. illa est minor, hæc major.

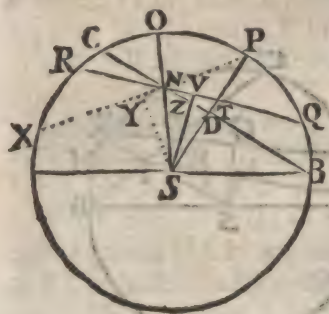


LEMMA IV. Si in eadem recta BC assumatur punctum I inter extremitatem B & punctum medium D, atque, ex centro directâ recta SIV, inter V & B alia quæpiam per I transeat recta HL circulum secans, quæ & secet perpendicularem SD, ex. gr. in puncto K; hæc pariter HL centro propinquior est quam BC, ac proinde major.

Angulus KDI est rectus, angulus DKI, & qui est illi ad verticem, SKL est acutus; igitur perpendicularis ex centro S in rectam HL ducta cadit inter K & L, puta in M. In triangulo igitur rectangulo SMK major est SK quam SM, ex 18. lib. 1: ergo multò major est SD quam SM, ac propterea ex 15. lib. 3. HL vicinior est centro, & major quam BC.

LEMMA

LEMMA V. Si in rectâ BC ductâ ab extremitate dia-



metri assumatur punctum N ultra punctum medium D, atque ex S centro ductâ per N lineâ rectâ SO, productâque perpendiculari SD in P; transeat per N alia quâpiam rectâ QR inter P & B circum secat in Q; hæc pariter secat in T perpendicularem productam,

& est à centro S remotior quàm recta BC atque proinde minor.

Quia in Triangulo NDT rectangulo ad D, angulus DNT est acutus, utique in lineâ TS assumpto puncto S, ex hoc cadet in lineam QR perpendicularis inter puncta T, & R; quam dico majorem esse perpendiculari SD. Nam si ipsa recta SN perpendicularis fuerit ad RQ, est triangulum SDN rectangulum, adeoque hypotenusa SN major est quàm latus SD: Sin autem perpendicularis ad RQ cadat in V secans rectam BC in Z, utique SZ subtendens angulum rectum SDZ major est quàm SD; est autem SV major quàm SZ, ergo & multo major, quàm SD: ergo linea QR remotior est quàm BC, & minor.

Deinde si linea per N transiens, & circum secat, extremitatem alteram habeat non inter punctum P terminum perpendicularis SD productæ, atque B terminum rectæ BC; Vel dividitur in N bifariam, & linea SN per 3. lib. 3. est perpendicularis ad illam, quæ major est quàm SD, ut pote opposita angulo recto SDN: Vel dividitur inæqualiter. Si segmentum majus sit in parte superiori, hoc inter N & arcum OP, utique perpendicularis ex S centro ducta in illam lineam cadens secabit lineam BC inter puncta N & D, ac propterea ostendetur major quàm SD, ut supra ostensum est de linea RQ. At si in parte superiori, hoc est inter N & arcum OP sit segmentum minus, perpendicularis ex S in lineam ducta cadet infra punctum

punctum N, & à segmento majore abseindet particulam inter N & punctum perpendiculari interceptam. Hæc particula si fuerit æqualis particulæ ND, linea BC & linea ducta sunt æqualiter à centro remotæ; sin illa particula minor fuerit quàm ND, linea ducta remotior erit quàm BC; si demùm major fuerit quàm ND, linea ducta propinquior centro erit quàm BC. Finge scilicet ductam esse rectam PN X, & segmentum majus esse NX; utique perpendicularis ex S bifariam secans totam PX cadit inter N & X, puta in Y. Est igitur SYN triangulum rectangulum in Y, & per 47. lib. 1. quadratum SN æquale est quadratis NY & YS; atqui etiam triangulum SDN est rectangulum ex hypothesi, eandemque habet hypotenusam SN; igitur quadrata ND & DS æqualia sunt quadratis NY & YS. Quare si particulæ NY & ND æquales sunt, æqualia sunt & earum quadrata, ac idcirco etiam æqualia sunt quadrata YS & DS, atque eorum latera æqualia sunt; & lineæ BC atque PX sunt æqualiter remotæ. Quod si particula NY minor est quàm ND, etiam illius quadratum minus est quadrato hujus; ergo reliquum quadratum YS majus est reliquo quadrato DS, atque adeò linea SY major est quàm linea SD, & linea ducta PX remotior est atque minor quàm BC. Si demum NY major est quàm ND, etiam illius quadratum majus est hujus quadrato, & reliquum quadratum YS minus est reliquo quadrato DS: igitur linea YS minor est quàm linea DS, ac propterea linea ducta PX propinquior est centro, & major quàm BC.

His præmissis facilis est solutio propositæ difficultatis, ut innotescat, utrum in tractione minuatur labor, an augeatur, quando potentiæ trahentis distantia ab hypomochlio est minor longitudine vectis. Dato si quidem loco potentiæ datur ejusdem distantia tum ab hypomochlio, tum ab extremitate vectis, cum qua funiculus connectitur; sed & datur ipsius vectis longitudo: quare per Trigonometriam innotescit quantitas anguli, cui opponitur vectis. Nam si ille rectus est, ut SDB, per lemma 3. in tractione funiculus fit pars lineæ centro propinquioris, quàm primò assumpta DB: igitur in tractione angulus funiculi cum vecte fit sensim acutior ex lemm. 2. augeturque difficultas trahendi. Si angulus vectis oppositus sit obtusus, ut

G g g

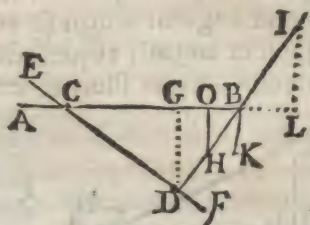
SIB, in tractione funiculus evadit pars lineæ propinquioris centro, quàm prima IB ex lemm. 4. & similiter ex lemm. 2. fit angulus magis acutus, atque trahentis labor augetur. Si demum angulus vectis oppositus sit acutus, ut SNB, ex lemm. 5. minuitur labor trahentis usque ad certum terminum, quandiu scilicet vectis non secat perpendiculariter primam funiculi positionem NB, hoc est vectis circumductus nondum est SP; tandiu enim funiculus est pars lineæ à centro remotioris, & facit per lemm. 2. cum vecte angulum majorem. Ubi autem vectis fuerit SP, tunc observandum est, utrùm angulus SNP rectus sit, an obtusus, an acutus; & eadem methodo procedendum est, quasi prima funiculi positio esset NP, ut innotescat, utrùm funiculus in ulteriori tractione fiat pars lineæ remotioris, an verò propinquioris, ac proinde fiat angulus subinde major, an verò minor.

Quæ de Vecte in alterâ extremitate hypomochlium, in alterâ potentiam habente hactenus exempli gratia explicata sunt, facilè referuntur ad vectem, quando hypomochlium, aut potentia inter extremitates collocantur; semper enim attendenda est hypomochlij distantia à potentia trahente, ut potentia obliquè trahentis momenta innotescant; angulus scilicet funiculi cum vecte pendet ab hypomochlij puncto, circa quod fit vectis conversio.

Quoniam autem hujus capitis initio momentorum Rationem juxta diversam potentia applicationem ex arcibus vi ejusdem impetûs descriptis æstimandam esse dictum est, & quis fortasse suspicetur arduum esse hujusmodi arcus inter se comparare; animadvertat ex Tabulis Trigonometricis ejusdem arcûs Sinum & Tangentem iisdem planè numeris definiri, quando arcus valde exiguus est. Quapropter cum quilibet arcus minor sit suâ Tangente, & major Sinu, arcuum minorum Rationem citra ullum erroris periculum explicare possumus per eorum Sinus. Cum verò hîc, ubi de potentia ad vectem secundum diversos angulos applicatae momentis sermo est, non nisi minimi arcus assumendi sint; eorum Ratio eadem assumitur, quæ Sinuum.

Quare si vectis sit AB, hypomochlium C, vis potentia & directio motûs potentia BH: loco arcûs BK, qui in motu vi
talis

tal^{is} impet^{us} cum hac dire^{ctione} describitur; assumi potest anguli HBO , Radius BH , Sinus HO , qui est æqualis Sinui arc^{us} BK Radius CB . Est autem minimus arc^{us} longè minor quàm arc^{us} BK , sed claritatis gratia arcum notabilem & conspicuum assumere oportuit. Est igitur potentia ad angulum rectum in B applicata momentum, ad ejusdem potentia ad angulum HBO acutum applicata momentum, ut Radius BH ad acuti anguli Sinum HO .



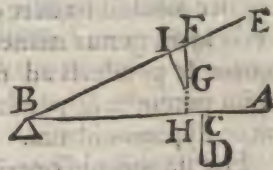
Jam intellige vectem AB converti, & lineam BH produci, donec in D ad angulos rectos occurrat vecti habenti positionem EF . Dico potentia ad perpendicularum & oblique applicata momenta invicem comparata ita esse, ac si eadem potentia tam in F quàm in D ad angulum rectum applicaretur, quia ut BH ad HO , ita est FC ad CD . Ducatur enim ex D ad CB perpendicularis DG , quæ est parallela ipsi HO : quare per 4. lib. 6. ut BH ad HO , ita BD ad DG , & per 8. lib. 6. ut BD ad DG , ita BC , hoc est FC , ad CD : igitur per 11. lib. 5. ut BH ad HO , ita FC ad CD ; hoc est ut Radius ad Sinum anguli, secundum quem potentia dirigitur, ita momentum potentia perpendiculariter applicata ad momentum ejusdem oblique ad angulum acutum, vel obtusum applicata. Nam si potentia in B dirigat suum motum secundum lineam BI , utique posito Radius BI , Sinus anguli ABI obtusi est IL , & Ratio momenti potentia in B applicata secundum angulum rectum, ad momentum ejusdem potentia in B applicata secundum angulum obtusum ABI , est ut BI ad IL . Producat^{ur} IB , donec in D perpendicularis cadat supra CF rectam æqualem ipsi CB . Quia triangula BIL & BCD rectangula ad L & D , & æquales angulos ad verticem B habentia, similia sunt, est ut BI ad IL , ita BC ad CD per 4. lib. 6. Perinde igitur in extremitate B ad angulum obtusum ABI applicata potentia operatur, atque si ad angulum rectum applicaretur in D puncto vectis EF , qui idem ponitur esse ac vectis AB : & momenta potentia sunt ut FC ad CD .

Ggg 2

CAPUT VIII.

Oneris ex Veste pendentis momentum inquiritur.

Contingit aliquando pondus veste elevandum fune connecti, & pendulum ex veste suspendi. Nemo dubitat, an gravitas ponderis ibi sua exerceat momenta, ubi cum veste connectitur; funis si quidem intentus congruit lineæ directionis, qua pondus ipsum nititur in centrum gravium: verum non eandem percipi in elevando difficultatem experientia testatur pro varia vestis inclinatione. Si enim ex veste AB horizontali hypomochlium in extremitate B habente, pondus D suspensum ex C pendeat ad angulos rectos, omnia sua momenta exercet pro ratione distantiae CB ab hypomochlio. At si elevatus vestis positionem habeat EB, & C venerit in F, pondus verò pendulum D venerit in G, ita ut linea Directionis in centrum gravium congruat funiculo suspendenti FG; etiam si FB æqualis sit ipsi CB, non eadem tamen momenta habet pondus adversus eandem potetiam ex A translata in E; quia scilicet angulus GFB est acutus, DCB autem rectus.



Id explicare ex iis, quæ superiori capite disputata sunt, non erit difficile, si animadvertamus in vestibus secundi & tertij generis utrumque genus conjungi: quemadmodum enim potentia conatur adversus gravitatem ponderis, ita pondus conatur adversus vim potentiae: & in hoc conatu vicissim exercent munus potentiae & ponderis. Finge siquidem duos homines applicari vesti AB, alterum quidem in A, alterum verò in C, sed in adversa conantes; uterque est potentia, uterque est pondus, dum sibi reluctantur. Anne ita hæc vocabula intra certos fines coërceri existimas, ut potentiae nomine illum solum donandum putes, qui reliquum vincit? sed quid, si horum hominum co-

Ggg 3

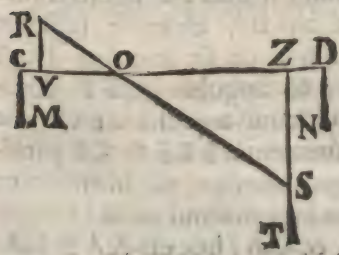
natus sint reciproce ut eorum distantia ab hypomochlio B, & A quidem conetur ut CB, C autem conetur ut AB; utique neuter superat; nec tamen negari potest ideò contingere momentorum aequalitatem inter inaequales conatus, quia vecti applicantur: sunt igitur sibi vicissim potentia & pondus. Si itaque A est potentia, & C pondus; vectis est secundi generis: Si verò C est potentia, & A pondus; vectis est tertij generis. Illud igitur quod de hominibus dicitur, de reliquis omnibus vim movendi habentibus dictum intelligitur: nihil si quidem interest, utrum animata sint, an inanima, quæ vecti applicantur, & in oppositas partes conantur. Et quamvis non intercedat inter ipsos conatus momentorum aequalitas, quam consequatur quies, sed efficiatur motus; ita tamen id quod praevalet, est potentia ad motum efficiendum, ut id quod vincitur, & resistit, sit potentia ad motum retardandum. In omni itaque vecte sive secundi, sive tertij generis sit, utrumque genus amico, nec solubili foedere copulantur. In vecte autem primi generis idem genus manet, licet vicissim habeant rationem potentiae & ponderis ad movendum & retardandum; similiter enim potentiae & ponderi, licet inaequalibus intervallis, interjacet hypomochlium.

Hic itaque, ubi oneris ex vecte pendentis momentum inquiritur, considerandus est vectis tertij generis; in quo gravitas in C, aut in F posita exercet munus potentiae conantis deprimere vim sursum connitentem in A, aut in E. Quare in positione vectis horizontali, cum sit angulus rectus DCB, neque gravitas illa vectem versus hypomochlium B urgeat, aut eum ab illo retrahat, omnia sua momenta obtinet, quæ in hac à fulcro distantia gravitati huic convenire possunt. At elevato vecte ita, ut fiat angulus acutus GFB, licet eadem maneat gravitas, eademque ab hypomochlio distantia, non tamen eadem manent momenta, sed decrescunt pro ratione Sinus anguli, ut superiori capite dictum est. Producta igitur intelligatur linea directionis FG usque ad horizontalem in H: posito Radio BF, hoc est BC, est BH Sinus anguli GFB; ac proinde ut BC ad BH, ita momentum oneris pendentis ex vecte horizontali, ad momentum ejusdem oneris pendentis ex eodem vecte inclinato. Hinc est, inclinato vecte EB, tantumdem conatus adhibendum esse in E ad sustinendum

nendum onus G, quanto conatu opus esset in vecte horizontali A B ad sustinendum idem onus, si penderet ex H. Quoniam igitur distantia B H minor est quàm B C, major est Ratio A B ad B H, quàm ejusdem A B ad B C, ex 8. lib. 5. ideòque faciliùs sustinetur idem onus vecte inclinato, quàm vecte horizontali.

Quod si ex G centro gravitatis oneris ductam intelligas ad vectem E B rectam perpendicularem G I, habes similiter momentorum differentiam, quæ scilicet intercedit inter F G, & G I, si F G repræsentet omnia momenta in vecte horizontali: sunt enim triangula F I G & F H B rectangula, communem angulum ad F habentia, adeòque similia, & ut F B ad B H, ita F G ad G I. Cave autem ne putes (ut non pauci hallucinantur) ita ex I termino rectæ G I perpendicularis desumendam esse mensuram decrementi momentorum, ut perinde se habeat, quasi pondus esset in I: hoc enim à veritate longissimè abesse deprehendes, si manente eadem vectis inclinatione, & eadem oneris gravitate, funiculo longiore onus suspenderis; quandoquidem etiam punctum I magis accedet ad hypomochlium B, nec tamen adhibito longiore funiculo adeò minuuntur momenta; alioquin tam longo funiculo suspendere posses onus, ut recta ex oneris centro ducta ad vectem E B perpendicularis caderet in B, atque ideo nullum esset gravitatis momentum, quasi onus esset in B: id autem omnino falsum est.

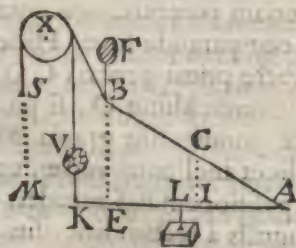
Quando autem dicitur faciliùs à potentiâ sustineri idem onus suspensum vecte inclinato, quàm vecte horizontali, ita intelligendum est, ut linea directionis motûs potentiæ sustentis eundem semper faciat cum vecte angulum: nam si hæc linea alium atque alium efficiat angulum, etiam potentiæ momenta variantur, quæ cum oneris momentis comparanda sunt. Hinc



est in vecte primi generis C D, cujus hypomochlium O, si potentia & pondus sint gravia M & N, licet inclinato vecte, ut habeat positionem R S, recedentibus angulis à rectitudine, singulorum momenta minora fiant, non tamen mutari momentorum potentiæ & ponderis invicem compara

comparatorum Rationem; quæ scilicet singulorum momenta proportionaliter minuuntur. Cum enim gravia semper nitantur juxta suas lineas directionis in centrum gravium, hujusmodi lineæ parallelæ censentur, & cum vecte duos angulos efficiunt duobus rectis æquales, ac proinde si alter acutus fuerit, alter est obtusus supplementum acuti ad duos rectos. Sicut autem in eodem circulo idem est Sinus anguli acuti, atque obtusi, qui compleat duos rectos; ita in diversis circulis hujusmodi angulorum Sinus proportionales sunt suis Radiis. Quapropter inclinato vecte, ut sit RS , gravia nituntur deorsum juxta lineas directionis ST & RV parallelas, quæ occurrunt perpendiculares horizontali in Z & V . Momentum igitur gravis T ad momentum æqualis, seu ejusdem gravis N est ut OZ ad OD , & momentum gravis V ad momentum æqualis, seu ejusdem gravis M est ut OV ad OC . Quare in vecte RS inclinato momenta gravium pendentium sunt ut OZ ad OV . Quia verò triangu-
la $RV O$, $SZ O$ rectangula, & angulos ad verticem O æquales habentia, sunt similia, per 4. lib. 6. ut OS ad OR , hoc est ut OD ad OC , ita OZ ad OV . Manet itaque eadem momentorum Ratio invicem comparatorum, sive integra in vecte horizontali, sive diminuta in vecte inclinato sint singulorum momenta.

At in vecte secundi aut tertij generis, si potentia non fuerit vivens, fieri non potest ut eadem servetur momentorum Ratio inter potentiam & pondus, nisi fortè in eodem medio horum alterutrum grave esset, alterum leve; ut si vectis AK



Liber quartus. CAPUT VIII. 425

atque ut BA ad CA, ita est EA ad IA; similia quippe sunt triangula ABE & ACI. Cæterum si rotulæ X insistens funiculus jungeret vectis extremitatem K & pondus aliquod annexum in S fungens munere potentiæ elevantis; hoc descendens ex S in M elevarer vectem in B; & lapidem, qui penderet ex C: sed angulus ABX esset multò obtusior quàm Supplementum acuti ICA ad duos rectos; ac proinde Sinus anguli ABX esset multò minor quàm EA Sinus anguli obtusi ABF: igitur multò minor esset Ratio momenti potentiæ applicatæ in B ad momentum ponderis in C, quàm sit Ratio BA ad CA, hoc est KA ad LA. Sola igitur potentia vivens potest ita sui motûs directionem inflectere, ut eundem faciat cum vecte angulum, ideoque elevans vectem acquirat majorem sustinendi facilitatem.

His consequens est, quantò altiùs supra horizontem elevatur vectis cum pondere pendulo, tantò validiùs à pondere premi aut urgeri hypomochlium A. Nam quemadmodum in vecte horizontali AK pondus in L suspensum magis premit hypomochlium A vicinũ quàm potentiam K remotam ex hypothesi, ita elevato vecte multò magis premitur hypomochlium, quia quodammodo propiùs illi admovetur pondus in I quàm in L, suâque innatâ gravitate in vecte elevato conatur versùs hypomochlium quasi secedens à potentia; ut nihil dicam de vecte ipso, cujus gravitas, maximam partem, innititur fulcro.

CAPUT IX.

An duo pondus gestantes aequaliter premantur.

HActenus disputatis proximè affinis est præsens quæstio, qua inquirimus, utrùm æqualis sit labor duorum in eodem pondere gestando consentientium. Et quidem si movendum sit pondus atque trahendum, cur duo simul faciliùs illud moveant, quàm singuli, omnes intelligunt; quia plus impetûs à duobus producitur, quàm à singulis; & quem impetum mo-

H h h

vendo oneri parem singuli multo conatu producerent, singulis in parte impetûs efficiendâ minûs conantibus, totus producit, totique oneri imprimitur. At in pondere sustentando, cuius gravitas in partes non dividitur, quomodo hæc singulis levior accidat, & plures in sustentando conspirent, quàm si singulis imponeretur, tunc maximè cum nullum impetum sursum gravitatis conatui adversantem producant, non ita explicatu facile existimant aliqui. Verum ex rationibus vectis satis manifesta solutio eruitur. Claritatis autem gratiâ, observandum est, an onus palangâ (ut cum bajuli dolium ex funibus suspensum transferunt) an verò subjectis humeris sustineatur.

Et primo sit palanga A B, cuius extremitates à gestatoribus sustineantur; sit autem onus in C. Duplex effectus hîc consi-

A D C B

derandus est, videlicet oneris sustentatio, & gestatorum pressio; Si primum respicias, gestatores A & B rationem habent potentiae efficientis sustentationem, atque impediens motum oneris suâ gravitate deorsum conantis: Si secundum, idem onus C munus potentiae pressionem efficientis exercet, dum secum palangam deorsum trahens, oppositos gestatorum humeros comprimit, aut si manibus palanga gestatur contentos contractosque brachiorum musculos, quantum potest, distrahit, atque relaxat. Sunt enim duo conatus, gestatorum scilicet & oneris, motum in oppositas partes efficere valentes, nisi sibi mutuo impedimento essent: hinc si gestatores conari cessent, onus descendit; Si ex improvviso abruptis funibus onus à palangâ sejungatur, gestatores palangam sursum attollunt, sive æqualiter, sive inæqualiter, pro ut æquales aut inæquales sunt eorum conatus. Quare æstimanda res est ex motu, quem singuli conantes efficerent tum in se, tum in opposito conante, nisi prohiberentur momentorum æqualitate. Sic potentia in A suo conatu elevaret pondus in C positum, & circa centrum B arcum describerent; similiter potentia in B suo conatu elevaret pondus idem in C positum, & circa centrum A suos motus perficerent. Quod itaque ad sustentationem spectat, gestatores A & B vicissim habent rationem potentiae & fulcri; nam si A est potentia, fulcrum est B; atque vicissim si B sit potentia, fulcrum est A; & est

est duplex vectis secundi generis, scilicet AB & BA . Quod verò ad pressionem attinet, in qua onus C est potentia premeus, gestatores vicissim habent rationem fulcri atque ponderis pressi; & est duplex vectis tertij generis, quo utitur unica potentia, sicut in duplici vecte secundi generis unicum est pondus, quod sustinent duæ potentia.

In vecte igitur secundi generis posito fulcro B , momentum potentia A sursum nitentis, ad momentum ponderis C deorsum conantis, est ut AB ad CB ; ac propterea potentia sustinere valens sine vecte pondus C , ad potentiam vecte AB sustinentem idem pondus C , est ut AB ad CB ; quanto igitur CB minor est quàm AB , tanto minor potentia requiritur in A , quàm requiretur in C , si in C pondus sine vecte sustineretur. Idem quod de potentia A , posito fulcro B , dictum est, dic vicissim de potentia B ; posito fulcro A ; Requiritur enim in B potentia ut CA , ad potentiam, quæ esset ut BA , si sine vecte pondus in C sustineretur. Hinc est vires sustinendi requiri reciprocè tantas, quanta est Ratio distantiarum à pondere ipsorum sustinentium: vires si quidem in A requiruntur ut CB , & vires in B ut CA . Si itaque æquali intervallo pondus medium distet à gestatoribus, æqualiter eos conari oportet, ut illud sustineant in C : at si inæqualiter ab iis remotum sit, ut in D , requiruntur in A vires tantò majores quàm in B , quantò major est distantia DB quàm DA . Quapropter datâ virium inæqualitate, statim innotescet, in quo palangæ puncto adnectendum sit onus; si nimirum palangæ longitudo dividatur secundum Rationem virium, & gestatores reciprocè collocentur. Sint enim ex. gr. duo, quorum alter vires habeat ut 3, alter ut 2: concipe totam longitudinem AB in quinque partes distinctam, & hinc accipe duas AD , hinc verò tres BD : locus ponderi debitus est punctum D , in quod cadit divisio in duas partes juxta datam Rationem: locus debilioris gestatoris est in palangæ extremitate B , ad quam spectat major distantia ab onere in C posito. Similiter virium inæqualitatem deprehendes, si pondere in medio puncto C posito, alter se prægravari sentiat: palanga enim ita promota, ut pondere in D constituto neuter se ultra vires prægravatum experiatur, indicabit vires gestatoris A esse ut DB , ad vires gestatoris B , quæ sunt ut DA .

At si vectem tertij generis, quatenus gestatorum pressio ab onere efficitur, consideremus; posito fulcro in A, potentia in C aut in D existens non premit gestatorem B perinde, atque si nullo intercedente vecte gestator esset pariter in C aut in D, sed tanto minus, quanto minor est CA aut DA, quam BA: idemque de gestatore A, posito fulcro in B, dicendum est. Quare reciproca sunt pressiones distantis gestatorum ab onere, & A premitur ut CB aut DB, B autem premitur ut CA aut DA. Cum enim vis ipsa gravitatis oneris deorsum conantis apta sit circa centrum A moveri pro ratione distantiae CA aut DA, utique in B motum efficere debet pro ratione distantiae BA: est autem CA major quam DA ex hypothesi, igitur, ex 8. lib. 5. major est Ratio momenti CA quam momenti DA ad idem momentum BA, ac proinde major pressio gestatoris B efficitur ab onere in C, quam in D, collocato. Contra vero gestatorem A magis premit onus in D quam in C positum, quia motus respicit centrum B, atque adeo ad eandem distantiam AB major est Ratio distantiae DB majoris, quam CB minoris distantiae: eadem autem est distantiarum, & motuum Ratio, ac proinde momentorum.

Observa autem mihi ideò de gestatoribus oneris sermonem fuisse, ut duplicem effectum sustentationis atque pressionis expressius recognoscerem; qui enim onus gestando sustentant, musculorum contentione conantes elidunt impetum oneris deorsum nitentis, & aliquid efficientes, dum Activè resistunt, nomen Potentiae merentur. At si onus palangæ connexum sustineretur à duobus fulcris in extremitate positis, hæc utique cum oneris gravitati nullo conatu adversarentur, solam resistantiam Formalem suâ soliditate exercerent, impediendo ne onus cum palangâ descenderet, sed nullam haberent Resistentiâ Activam, quæ illis Potentiae vocabulum tribueret. In his unicus pressionis effectus attendendus est, & validiori fulcro propius admovendum est onus, ne fortè fulcrum infirmius nimia pressione cogatur succumbere.

Unum adhuc in palangæ gestatoribus attendendum est, si virium inæqualium fuerint, & onus non ita sit palangæ applicatum, ut ejus distantia à gestatoribus sint permutatim ut eorundem vires; nimirum contingere posse, ut validior gestator dum
juxta

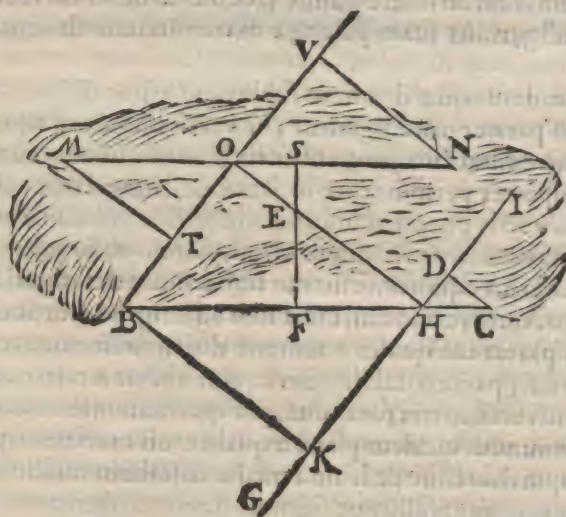
juxta suas vires conatur adversus onus, magis premat infirmio-
rem gestatorem, quam premeretur fulcrum infirmius, si unâ
cum validiore fulcro eandem gravitatem sustineret. Quia vide-
licet in eâdem palanga A B vectem primi generis considerare
possumus, in quo onus C deorsum nitens contra vim gestatoris
habeat rationem hypomochlij, & validior gestator A sit poten-
tia repellens gestatorem infirmio-rem B conantem adversus
onus, ac proinde illum premat: quemadmodum si funi deorsum
firmiter alligato infereretur palanga, cui humeros subjicerent
duo inæqualibus viribus sursum conantes; constat enim infir-
miorem à validiore premi, & esse vectem primi generis. Ex quo
vides, cur bajuli dato invicem signo curent, ne alter alterum
præveniat in elevandâ palanga; ne scilicet qui segnior fuerit,
pressionem, non ab onere adhuc jacente & nondum elevato, sed
à socio diligentius suam palangæ extremitatem elevante, reci-
piat.

Hæc eadem, quæ de onere sublevando sunt dicta, de eodem
trahendo pariter intelligantur, si vecti illigatum sit onus, &
vectis extremitatibus jungantur trahentes: horum enim cona-
tus esse oportet permutatim in Ratione distantiarum ab onere,
hoc est à vectis puncto, cui onus adnectitur. Id non sine jucun-
dâ quadam animi titillatione vidi aliquando observatum à rusti-
co, qui alterius equorum currum trahentium defatigati laborem
miseratus, transversarium, cui ambo adjungebantur, ita trans-
tulit, ut in partes inæquales à temone distingueretur, & longior
transversarij pars ad debiliorem equum spectaret. Inerant siqui-
dem transversario tria foramina, per quæ temoni necebat fer-
reo clavo; unum quidem planè æqualiter ab extremitatibus abe-
rat, reliqua duo hinc & hinc à medio distabant modico quidem
sed congruo intervallo, ut si equus dexter defatigaretur, clavus
immitteretur sinistro foramini, aut contra dextro, si sinister
equus languidiùs traheret. Verùm cautè modica intervalla de-
finierat, ne nimia fieret momentorum inæqualitas; quod enim
alteri equorum laboris demebatur, addebatur reliquo.

Quando autem non palangâ deferretur onus, sed ipsum imme-
diate à duobus sustineretur, eadem prorsus est philosophandi ra-
tio; quandoquidem est quodammodo onus vecti conjunctum,
atque juxta vectis longitudinem distributum. Quamvis verò

singulis partibus sua gravitas inest, quia tamen in unam coalescunt gravitatem, ideo totius molis gravitas ibi intelligenda est, ubi est centrum gravitatis; vectis autem longitudo æstimanda est in lineâ jungente puncta, quibus gestatores aut sustinentes applicantur: Ex quibus punctis si ponamus exire lineas parallelas lineæ directionis exeunti ex centro gravitatis, cadent omnes ad perpendicularum in lineam horizontalem transeuntem per centrum gravitatis, aut illi parallelam. Harum igitur parallelarum, quæ directionem conatus oppositi gravitationi ponderis referunt, distantia à lineâ directionis centri gravitatis, ipsorum deferentium conatum in sustinendo, permutatim sumpta definit; quæcumque demùm sit oneris figura.

Sit onus deferendum, cujus centrum gravitatis E; linea per



gestatores transiens, habensque rationem vectis, sit BC, quæ intelligatur horizonti parallela. In hanc igitur ad angulos rectos cadit linea directionis EF; & gestatores in quocumque puncto lineæ BC fuerint, permutatim habent momenta sustinendi, aut recipiunt momenta pressionis pro Ratione distantiarum à puncto F, in quod cadit linea directionis: cum enim linea BC ex hypothese sit horizonti parallela, omnium ipsi FE parallelarum

parallelarum distantia ab eadem FE ; desumenda est ex intervallis gestatorum & puncti F .

At verò si recta BC non fuerit horizonti parallela, vel quia deferentes onus non sunt æquè alti, vel quia in clivo consistunt, utique linea directionis centri gravitatis E non cadit amplius in rectam BC ad angulos rectos in F , sed obliquè incidit in H . Concipiatur itaque per H transiens linea GI horizonti parallela, & ipsi EH sint parallelæ CD & BK : sunt igitur distantia HD & HK , quæ eandem inter se habent Rationem, quæ reperitur inter HC & HB ; sunt enim triangula HDC & HKB rectangula ad D & K , æquales angulos ad verticem H habentia, ac proinde similia, & per 4. lib. 6 ut HD ad HK , ita HC ad HB . Quo igitur magis ab horizonte removeatur punctum B præ puncto C , etiam linea directionis ex E propior cadit puncto C ; atque adeò qui inferior est, magis gravatur ab onere.

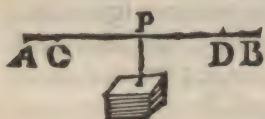
Id quod ex iis, quæ hujus libri cap. 4. dicta sunt, confirmatur: Nam vectis CB habens hypomochlium B , & pondus E vecti impositum, est infra horizontem inclinatus; igitur plus laboris potentia impendit, quàm in horizontali positione vectis. Similiter vectis BC habens hypomochlium C & pondus E vecti impositum, est elevatus supra horizontalem; igitur minus laborat potentia quàm in positione horizontali. Itaque si positâ lineâ BC horizonti parallelâ æqualiter premebantur gestatores in B & in C , factâ inclinatione ad horizontem, minus premitur B superior quàm C loco inferior.

Quòd si gestatores non sustineant onus subjectis humeris, sed illud manibus arreptum quasi suspensum retineant in M & N ; simili ratione attendenda est distantia illorum à puncto, in quod cadit linea directionis centri gravitatis E ; quæ utique ad angulos rectos incidit in rectam MN , si hæc fuerit horizonti parallela, & labor gestatorum est permutatim ut eorum distantia à puncto S . At verò si linea MN fuerit ad horizontem inclinata; & linea directionis sit EO ; utique minor est distantia à superiore M , quàm ab inferiore N , ideòque plus laborabit superior retinendo, quàm inferior. Id quod pariter ex dictis cap. 4. confirmatur; nam pondus est vecti subjectum, & vectis MN habens hypomochlium N est supra horizontalem lineam,

ac

ac propterea potentia plus laborat quàm in horizontali: contra autem vectis NM habens hypomochlium M est infra horizontalem lineam depressus, ideoque minùs potentia laborat quàm in horizontali. Quæ omnia tam aperte respondent quotidiano experimento, ut mirum videatur potuisse aliquos auctores idem planè opinari; sive gestatores sustineant impositum onus, sive illud suspensum retineant in positione vectis declivi; Si enim ducta per O lineâ horizonti parallelâ, ducantur ex M & N rectæ MT, & NV parallelæ lineæ directionis centri gravitatis EO, utique distantia sunt TO & VO: atqui TO ad VO est ut MO ad NO propter triangulorum OTM & OVN similitudinem; & MO ad ON habet minorem Rationem quàm MS ad SN ex 8. lib. 5. igitur etiam TO ad OV habet minorem Rationem quàm MS ad SN: igitur in positione vectis declivi, M superior laborabit ut ON, atque N inferior laborabit ut OM.

Ex his unusquisque intelligit non ad duos tantùm gestatores, sed etiam ad plures referenda esse, quæ hactenus diximus, habitâ scilicet distantiarum ratione, quibus singuli absunt à pondere, adeò ut qui æqualibus intervallis à pondere distant, æqualem conatum impendant in eo sustinendo. Sic si à pondere P æqualiter distent A & B, æqualiter premuntur: item C & D æqualiter distantes ab eodem pondere P æqualem pressionem recipiunt: Et si comparentur invicem D & B, aut C & A,



manifestum est propinquiore premi præ remotioribus; ac propterea, si solum positionis ratio haberetur, qui robustiores sunt, collocandi essent in C & D, infirmiores verò in A & B: sed quoniam contingit inter plures sodales aliquem aliquando connivere, ideò ut plurimum extremi A & B validiores sunt, ut si fortè mediorum aliquis languidiùs conetur sustinendo, illi faciliùs muneri suo satisfaciant.

CAPUT X.

*An vis Elastica ad aliquod Vectis genus
pertineat.*

Q Uoniam Græcis *ελασμά* tūm laminam, tūm plicam seu flexum significat, atque *ελασσειν* est id, quod impellit; sæpius autem chalybeas laminas in machinulis ita disponimus, ut primum flexæ, deinde sibi dimissæ, dum sese restitunt, aliud corpus impellant, cui motum concilient; propterea Elasmata, seu Elasmos, hujusmodi laminas dicimus, quas Itali *Sasse* aut *molle* vocamus; & facultatem illam, quæ sibi congruentem figuram atque positionem hæ laminæ reparant, Vim Elasticam appellamus. Quamquam non solis laminis, sed cæteris quoque corporibus per vim inflexis, & ad sibi debitam rectitudinem redeuntibus, facultas hæc Elastica tribuenda est, quemadmodum flexilibus virgultorum ramis, à quibus secundus in sylvâ sibi cavere debet, & perticæ, quæ toreutæ utuntur in toreumate elaborando, dum tornum circumagunt circumducto funiculo, qui depresso suppedaneo perticam flectit; hæc enim, cessante pedis pressione, funiculum retrahens suam sibi reparat rectitudinem. An verò ignis atque aer sive externâ compressione, sive alieno frigore concretus, & in exigua spatia contractus, ubi cessante vi, aut abeunte frigore, extenuatus ampliore locum occupat, proximūque corpus pellens à suâ sede removet, facultate Elasticâ prædictis dicendus sit; quæstio Grammaticis dirimenda relinquatur: hæc enim fluida corpora, nullam partium texturam habentia, nec certis figuræ, quam expectant, terminis suapte naturâ circumscripta, vix quicquam cum Elasmate commune habere videntur.

Cum itaque inæquales deprehendantur elasmatis ejusdem vires pro diversâ suarum partium positione juxta longitudinem, animum subiit cupido examinandi, an fortè in eo aliqua vectis species reperiatur, ut propterea & vectis rationibus illa virium

inæqualitas definienda sit. Et quidem manifestum est aliquam elastatis partem fixam esse atque manentem, siue illa extrema sit, ut in perticâ toreuta, siue media, ut in arcu balistæ, siue utraque extremitate manente pars media flectatur in sinum, ut citharæ nervis contingit. Qui enim fieri posset, ut per vim lamina flecteretur, si partes omnes æqualiter moverentur? Ut igitur externam vim recipiat, & flectatur, aliquam ejus partem oportet aut omnino immotam manere, aut saltem languidius moveri.

Hinc est elastatis motum, dum inflectitur, circa partem manentem perfici, ac proinde particulas, quæ ad cavam quidem superficiem spectant, per vim comprimi, quæ vero ad convexam, intendi. Quod si particula illæ non ita tenaci nexu inter se invicem cohererent, ut facile distraharentur contentæ, & exprimerentur compressæ, quemadmodum plumbeæ laminæ, quæ in figuram quamlibet conformantur, accidunt, amissam rectitudinem non recuperarent. Sed quoniam artissimo vinculo conjunguntur, quod nisi validioribus viribus revelli non potest, ut in chalybeâ lamina observamus; cessante externâ vi, quæ contentæ fuerant, se contrahunt, quæ compressæ, se latius explicant; atque adeo his debitam positionem sibi reparantibus, lamina ad pristinam formam eò vehementius redit, quò majorem violentiam patiebatur. Quare Potentia movens sunt ipsæ particulae illatam vim excurrentes, & ad sibi debitam positionem redeuntes.

Licet igitur in arcu balistæ intento duplex elastina hinc atque hinc considerare; media si quidem pars arcus balistæ manubrio infixa manet, & singula cornua sinuantur, sed eò difficilius, quò breviora sunt, ceteris paribus, attentâ eorum crassitie, & ferri temperatione; pari enim flexione paucioribus minoris arcus particulis major violentia inferenda est, quippe quas magis comprimere, magisque intendi oportet, quàm in longiore arcu, ubi minore plurium partium compressione & intentione flexio eadem habetur. Præterquam quod in ipsa flexione adhibetur quodammodo vectis secundi generis, quem ipsa longitudo repræsentat, pars manens vicem hypomochlij subit, & partes intermediae, quas per vim coartari aut dilatari oportet, locum obtinent ponderis: nihil igitur mirum, si Potentia extrema

mitatem arcûs ad se nervo adnexo trahens facilius moveat particulas easdem, quò, longius abiens ab hypomochlio, facilius movetur.

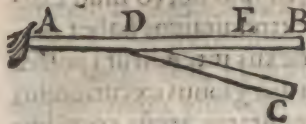
Hic autem ubi arcûs mentio incidit, in ipso nervo illud elastici generis occurrit, quod utramque extremitatem habet manentem; curvato enim arcu nervus inflexus intenditur; postea cum dimittitur, pars media, cui sagitta aut globus excutiendus aptatur, plus movetur quàm ejus extremitates arcûs cornibus coherentes. Univerſa autem violentia, quam nervus contentus subit, consistit in suarum particularum intentione, quæ, dum se contrahentes aliquid juvant ad nervum ipsum juxta rectam lineam extendendum, aliquid etiam impetûs sagittæ excussæ imprimunt.

Quod verò ad ipsi arcûs cornua attinet, satis liquet illa similis crassitie, paræ longitudinis, æqualisque temperationis esse debere, ut æqualis fiat hinc & hinc compressio atque intentio partium, ex qua æquales orientur vires sese in pristinam formam restituendi. Si enim alterutra pars arcûs majorem violentiam passâ velocius atque validius præ reliquâ se moveret, à destinato scopo sagitta aberraret in dexteram aut in sinistram declinans.

Ut igitur hisce prænotatis ad propositam quæstionem accedamus, non est hic sermo de laminâ in spiram multiplicem inflexâ, atque spissè per vim contorta, quæ amoto repagulo sese in ampliores gyros explicans secum rapit aliud corpus extremitati mobili adnexum; cujusmodi est Elastina in Automatis hœras indicantibus, cujus extremitati adnectitur tympanum spiram illam includens; dum enim ex dilatatione Elastici in ampliores spiram, circumagitur tympanum, adnexam catenulam conum circumplexam trahit, totique machinulæ motum conciliat. Hic siquidem, uti nulla longitudo in considerationem cadere potest, nullam vectis speciem habere possumus; nam facultas movendi non ratione positionis extenuatur, ut in vecte, sed vires initio validæ sensim languescunt, quia elastici partes compressæ atque contentæ, pro ratione violentiæ, quam subeunt, excutiendæ, vehementius primum, deinde remissius conantur. Quare controversia in illo est, utrùm in elastinate, cujus aliqua

longitudo designari potest; aliqua vectis species reperiatur.

Et ut majori in luce quaestio versetur, perticam torcentem oculis subjiciamus, quæ sit A B, & in A fixa atque immota perseveret, quamvis extremitas B deprimatur, ut veniat in C. In hac perticæ flexione partes, quæ circa D ex-



gr. intelliguntur, maximam violentiam patiuntur, nam inter eas, quæ ad cavitatem spectantes compressione coarctantur, illæ præ cæteris hinc atque hinc coherentibus urgentur magis; inter eas verò, quæ convexitatem respicientes distentur explicantur, quæ ibi sunt, præ reliquis à summo flexu paulò remotioribus vehementius tenduntur. Hinc licet particulae omnes in hac flexione vim passæ, dum nituntur singulae pristinum statum sibi reparare, conatus suos exerant, majores aut minores pro ratione majoris aut minoris violentiæ; potissima tamen vis elastica ibi consideranda est, ubi summa inflexio summam vim particulis infert; ibi enim majore conatu quàm alibi violentiam excutit natura. Quamvis igitur vis elastica per universam elasmatis longitudinem, quàm particulae compressæ atque contentæ obtinent, extendatur, ibi tamen potissimum collocata intelligitur, ubi in summo flexu puta in D, validius conatur.

Jam verò quis ignorat in tornando plurimum interesse, utrum funiculus in ipsâ extremitate B, an verò in E adnectatur? Siquidem, sicut ex E difficilius flectitur pertica, quàm ex B, æquali flexione, ita cæteris paribus in E validius retrahitur funiculus, & minor motus perficitur quàm in B. Est igitur hæc ratio Vectis tertij generis, in quo hypomochlium est A pars fixa & immota; Potentia movens (scilicet particulae vim illatam excutientes) est potissimum in D; pondus, quod movetur, est ultra D, sive in extremitate B, sive in aliqua ex partibus intermediis, ut in E. Quare in collocatione corporis, quod ope elasmatis movendum est, attendere oportet, quanto motu opus sit, ut in majore seu minore distantia à puncto elasmatis manente, & immoto applicetur: quo enim minor est distantia, minus spatium percurrit.

Quamvis

Quamvis autem elastatis vires ad impellendum vel trahendum corpus ex hujusmodi distantia pendeant, & comparatis inter se duabus positionibus E atque B, validius operetur in E quam B, non tamen eadem vi motus (quicumque demum ille sit sive major, sive minor) inchoatur, atque procedit, ut supra innuimus; natura quippe remissiore nisi reluctatur, ubi minorem patitur violentiam, ac proinde sensim attenuatur conatus, quatenus particularum violenta compressio atque contentio diminuitur.

Hæc quæ de elastate prorsus recto explicata sunt, etiam de incurvo intelliguntur; cujusmodi esset lamina chalybea R T inflexa in S, cujus manens & immota extremitas esset R: dum enim pars S T propellitur versus R, particula, potissimum quæ in S, comprimuntur atque intenduntur. Quod si pars R S paulo longior fuerit, contingere potest, ut facilius sit illam inflecti saltem leviter, quam particulas in S ulterius comprimere, aut intendi. Quare particula ipsius R S sese restituentes impellunt S, particula autem ipsius S T impellunt T. Semper autem Potentiam minus moveri, quam corpus, quod impellitur, constat, quemadmodum ratio vectis tertij generis exigit.



Neque his, quæ dicta sunt, adversantur percussiones, quæ in extremitate longioris elastatis per vim inflexi, statimque dimissi, validiores fiunt, quam in partibus mediis; sicut ipse te docere potes, si longiusculi virgulti inflexi atque dimissi primum parti mediæ deinde extremitati manum in eodem plano verticali constitutam opponas, quam percutiat, magis enim ex secundâ quam ex primâ percussione dolebis. Quia scilicet non impetus solum primo productus, sed & velocitas percutientis cum impetu acquisito ex motu ante percussione (ut suo loco dicitur) attenditur, ut validior sit ictus: majorem autem esse partis extremæ quam mediarum velocitatem constat, quamvis initio illæ impetu eodem, aut æquali moveantur. Quando verò elastatis vires prope partem manentem majores esse, quam procul ab illâ, dictum est, non est habita ratio percussione, quæ prævium percutientis motum requirit, sed tractionis aut impulsione, quæ nullum trahentis aut impellentis prævium

motum exigunt, eoque faciliores accidunt, quò tardiores sunt; minùs enim resistit corpus, quod tardè movetur, ac proinde validiùs trahitur aut impellitur, quo minorem potentia invenit resistantiam: Contrà quàm accadat in percussione, quæ validiorem facit ictum, quo maiorem invenit resistantiam; hæc autem major est, quò velociùs moveri deberet corpus percussum, ut percutientis motui obsecundaret, cui magis resistens maiorem ictum recipit; cum tamen hic languidior esset atque infirmior, si manum sensim subduceres virgulto percutienti. Quare pars elastatis extrema validiùs percutit, quia maiorem invenit resistantiam, pars media validiùs trahit aut impellit, quia minùs illi resistitur.

CAPUT XI.

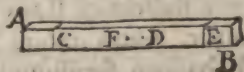
Cur longiora corpora faciliùs flectantur, difficiliùs sustineantur.

PRæfens disputatio non distat ab iis, quæ ab Aristotele inquiruntur in Mechanicis quæst. 14. *Cur ejusdem magnitudinis lignum faciliùs genu frangitur, si quispiam æquè diductis manibus extrema comprehendens fregerit, quàm si juxta genu: & si terra illud applicans pede superimposito manu longè diductâ confringerit, quàm propè.* & quæst. 16. *Cur quanto longiora sunt ligna, tanto imbecilliora sunt: & si tollantur, inflectuntur magis; tamen si quod breve quidem est, seu bicubitum, fuerit tenue, quod verò cubitorum centum, crassum?* & quæst. 26. *Cur difficilius est longa ligna ab extremo super humeros ferre, quàm secundum medium, æquali existente pondere?*

Et quidem quod ad primum, scilicet ad flexionem spectat, quam demum consequitur fractio, quemadmodum flectendi corpus aliquod longum aut frangendi difficultas oritur ex complexione atque copulatione particularum, quibus constat, ægrè dissolubili, ita illud inflectitur, atque frangitur, cum earumdem particularum coagmentatio vehementi impulsione labefactatur,

factatur, his quidem per vim compressis, his verò validè in diversa distractis. Quo igitur faciliùs compressio hæc atque distractio perficitur, eò etiam faciliùs flectitur corpus, aut frangitur. Hanc autem particularum compressionem atque distractionem faciliùs contingere longiori corpori quàm breviori manifestum est; quia videlicet motus ille particularum ad flexionem aut fractionem necessarius minorem Rationem habet ad motum Potentiæ longiùs applicatæ, quàm ad motum Potentiæ propioris.

Potentiâ movens bifariam considerari potest, sive in ipso corpore inclusa, cujusmodi est illi insita atque ingenita gravitas, vi cujus sponte suâ flectitur; sive extrinsecus adhibita, ut si onus aliquod grave deorsum premens adjiciatur, aut potentia vivens ad motum in quamcumque positionis differentiam apta: utrobique tamen est eadem ratio; ubi scilicet assumpta atque adventitia potentia applicatur, ibi operatur; atque ibi innata gravitas intelligitur sua exercere momenta, ubi partis ultra subiectum fulcrum extantis centrum gravitatis reperitur; illaque est à fulcro distantia potentiæ flectentis, aut etiam frangentis. Sit enim prisma AB, cujus pars AC infixa sit parieti, extra quem emineat horizonti parallela pars CB sua gravitate deorsum connitens; quæ sanè non est intelligenda in B, sed quasi tota constituta esset in D, ubi est centrum gravitatis non totius corporis AB, sed partis extantis CB. Quod si brevius esset prisma AE, partis CE minor esset gravitas, quàm partis CB, & præterea minus abesse à fulcro C intelligeretur, quippe cujus centrum gravitatis esset F multo propius quàm D. Plura igitur momenta habet CB quàm CE ad flectendum prisma parieti infixum, juxta ea, quæ uberius dicta sunt lib. 2. cap. 6. ubi solidorum Resistentiam respectivam consideravimus, nec vacat hîc iterum inculcare.



Unum hîc considerandum est, quod ad rationes vectis attinet, videlicet, si superiori prismatis parti, quæ respondet ipsi AC, incumberet onus, quod faciliùs loco moveri possit, quàm particularum complexio labefactari, aut omnino dissolvi, prisma neque frangi, aut fortasse ne flecti quidem contingeret; sed

sed

sed rationem vectis primi generis haberet, cujus fulcrum esset in C, pondus in A, potentia in D. At si onus impositum nullatenus dimoveri queat, quemadmodum cum prisma parieti infigitur, si C B ejus sit longitudinis, ut vis gravitatis ad descendendum tali intervallo C D sejuncta à fulcro C plus habeat momenti, quam particularum coagmentatio, ne comprimantur, aut distrahantur; tunc vectis est secundi generis, fulcrum quidem habens in C, quatenus totum segmentum A C retinetur prorsus immotum, & potentia in D, pondus verò, cujus vires vincuntur, eo loco, ubi maxima sit particularum compressio atque distractio.

Hinc factum videtur satis Aristoteli quærenti, cur facilius flectatur lignum crassum cubitorum centum, quam tenue bicubitum; quia nimirum in crasso ligno cubitorum centum è pariete extantium, si ponatur similem atque æquabilem crassitiam juxta totam longitudinem habere, gravitatis centrum distat à fulcro cubitis quinquaginta, tenue verò atque exile lignum similis figuræ atque materiæ centrum habet uno tantum cubito distans à fulcro, & gravitas illius ad hujus gravitatem in eâ est Ratione, quam habent inter se ipsorum lignorum moles, quæ scilicet ex Rationibus basium atque longitudinum componitur. Cum itaque longitudo ad longitudinem sit ut 50 ad 1, si basium similium latera homologa sint ut 10 ad 1, basium Ratio est ut 100 ad 1; quare cum longioris ligni gravitatis Ratio ad gravitatem brevioris componatur ex Ratione basium ut 100 ad 1, & ex ratione longitudinum ut 50 ad 1, gravitas longioris ad gravitatem brevioris est ut 5000 ad 1. Atqui momenta ad descendendum componuntur ex gravitate & distantia à fulcro; igitur momenta longioris ad momenta brevioris sunt ut 250000 ad 1. At verò resistentia absoluta, ne flectantur, aut frangantur hujusmodi ligna, est in Ratione composita ex Rationibus basium atque crassitierum; ac proinde si bases sint similes, & similiter positæ, Ratio est triplicata Rationis laterum homologorum, hoc est Rationis 10 ad 1; atque adeò resistentia longioris ad resistentiam brevioris est ut 1000 ad 1. Patet igitur momenta ut 250.000 ad resistentiam ut 1000 majorem habere Rationem, quam momenta ut 1 ad resistentiam ut 1; facilius ergo illa quam hæc momenta resistentiam sibi congruentem

gruentem superant, atque facilius lignum crassum longius flectitur, aut frangitur, quàm brevius.

Quæ autem de ligno parieti secundum alteram extremitatem infixo dicta sunt, servatâ analogiâ de eodem dicantur, si circa medium fulcro alicui insistat ita, ut hinc atque hinc habeat gravitatis momenta composita ex ipsarum partium gravitate & ex distantia centrorum gravitatis à fulcro, cui innititur: eadem enim ratiocinatione colligitur in longiore ligno majorem esse Rationem momentorum gravitatis ad resistantiam ortam ex partium complexione, ne flectatur, quàm in breviori. Quod verò spectat ad longioris ligni faciliorem flexionem, quando utraque extremitas innixa est subjecto fulcro, non videtur propriè hujus loci, sed de eâ dictum est superius lib. 3. cap. 12.

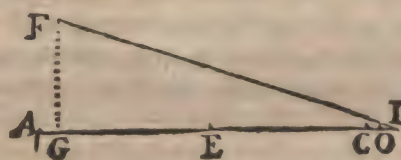
Ex his, quæ de prismate extra parietem extante, quod facilius flectitur, hætenus diximus, ulterius patet, cur ex contrario longius lignum ut AB, etiamsi parem cum breviori AE crassitiem habeat, alterâ extremitate æqualiter in AC apprehensum difficilius sustineatur. Nam quod longius est ad illud, quod brevius est, secundum gravitatem, quæ deorsum nititur, eam habet Rationem, quæ est longitudinis majoris CB ad longitudinem minorem CE: & præterea momenta, quæ ex distantia oriuntur, sunt ut CD ad CF, hoc est ut CB ad CE, si quidem ex hypothesi centrum gravitatis intelligatur in mediâ longitudine; secus autem, universaliter juxta distantias centri gravitatis à fulcro. Quare tota momentorum Ratio ea est quæ componitur ex Rationibus gravitatum respondentium moli ultra fulcrum protensæ, & distantiarum centri gravitatis. Cum itaque in longiore ligno plus inveniatur gravitatis, & magis à fulcro distet centrum gravitatis, quàm in breviori ligno, nil mirum, si vis in A posita, ut contranitur momentis longioris ligni innixi fulcro C, major esse debeat, quàm ut resisteret momentis ligni brevioris.

Desinant igitur mirari, qui sarissam decem cubitorum perpendiculararem extremo digiti apice sustineri, eandem verò horizontaliter jacentem non nisi valido conatu elevari vident. Res enim ex dictis perspicua est; quia dum hasta perpendicularis digito incumbit, centrum gravitatis rectâ deorsum urgens digito motum sibi æqualem præscribit, ac proinde vicissim

K k k

æqualis est digiti & hastæ motus sursum, si digitus sursum conetur: hinc est solam Rationem gravitatis comparatæ ad vires sustinendi attendendam esse, ideoque si rarissæ pondus sit ex. gr. lib. 10, solo nisu opus est, quo libræ 10 sustineantur. Cum verò hasta obliqua est, & horizonti parallela, sive ad illum inclinata, jam non idem seu æqualis convenit motus manui hastam elevanti, atque centro gravitatis, sed hoc ad motum multo majorem incitatur; ac propterea momentorum Ratio non ex solâ gravitate pendet, verum etiam ex motuum Ratione componitur.

Sit hasta horizontaliter jacens A I cubitorum 10; pars manu



apprehensa sit I C quinta fermè pars cubiti adeò ut I C ad C A sit ut 1 ad 49: punctum I respondet extremæ parti metacarpij, quâ carpo adhæret articulatio minimi digiti:

punctum autem C respondet secundo indicis articulo; motusque elevationis hastæ perficitur deprimendo I & elevando C, ac motus centrum est in juncturâ manûs cum ossè cubiti; quod centrum propterea intelligitur respondere rarissæ ex. gr. in O inter C & I. Quapropter si facultas in I deprimens consideretur, vectis est primi generis, sin autem vis in C elevans attendatur, vectis est tertij generis; pondus verò movendum est sive tota gravitas longitudinis O A in centro gravitatis E, sive semissis gravitatis in extremitate A, ut constat ex iis, quæ disputata sunt lib. 3. cap. 2. de brachiis libræ.

Intelligatur itaque, facilioris explicationis gratiâ, centrum motus in O planè medium inter C & I; eritque tam A O ad O C, quàm A O ad O I, ut 99 ad 1. Gravitas igitur partis O A est lib. $9 \frac{2}{10}$ ex hypothesi; illius semissis est lib. $4 \frac{10}{10}$; cujus momentum in A ad momentum, quod haberet illa eadem in C aut in I, est ut 99 ad 1. Cum autem potentia in I deprimens æquivalet potentiæ elevanti in C, quippe illarum distantia ab O centro motus ex hypothesi est æqualis, perinde est atque si in C unica potentia totum pondus elevans posita esset æquivalens duplici illi potentiæ in I & in C. Quare potentia in C elevans pondus

pondus perpendicularare lib. $9\frac{2}{10}$ ad potentiam in C pariter constitutam elevantem lib. $4\frac{12}{10}$ in distantia, quæ exigat motum undecentuplum erit ut $9\frac{2}{10}$ ad 490, hoc est, tam valida esse debet, ut posset perpendiculariter elevare libras 490.

Porro elevatâ hastâ ita ut A veniat in F, jam non intelligitur semissis gravitatis in A, sed in G puncto, quod definitur à perpendiculari cadente ex F in horizontalem: & idcirco gravitas $4\frac{12}{10}$ ducenda est in distantiam GO minorem quàm AO, atque ita deinceps minuitur, usque dum hasta fiat in O horizonti perpendicularis, & facillimè sustineatur, aut attollatur. Si autem in hac ratiocinatione tibi, Lector, placuerit non negligere momentum illud exiguum, quod potentiæ elevanti additur à gravitate particulæ OI, non abnuo, si operæ pretium te facturum existimes.

Quòd si punctum I concipiatur omnino immotum, illud est centrum motûs, & vis elevans in C aliam habet Rationem; nam potentiæ motus ad motum semissis ponderis hastæ in A est ut 1 ad 50; sunt igitur lib. 5 ex hypothesi, quæ moventur motu quinquagecuplo; ac propterea vis elevandi datam hastam positâ in C, quando hasta est horizonti parallela, ea esse debet, quæ possit elevare libras 250 perpendiculares. Hinc est quod, si hastam eandem lib. 10. humero ita imponas in C, ut apprehensum calcem in I manus retineat, & CI sit pars decima totius longitudinis hastæ parallelæ horizonti, semissis (scilicet lib. $4\frac{1}{2}$) reliquæ hastæ ultra humerum intelligitur in A, & ut IC ad CA, hoc est ut 1 ad 9, ita lib. $4\frac{1}{2}$ ad lib. $40\frac{1}{2}$, quibus æquivalere debet partis CI momentum & vis manûs deorsum urgentis, atque in I retinentis hastam horizonti parallelam. Perinde itaque humerus in C premitur ab hastâ sic positâ, & à manu deorsum urgente, atque si ponderis librarum 81 centrum gravitatis immineret humero; nam si loco manûs deorsum trahentis adderes in I pondus faciens æquilibrium, esse oporteret lib. 40; siquidem partis CI momentum est lib. $\frac{1}{2}$ in I. At si extremitas I retineatur quidem, sed nemine deorsum urgente (quemadmodum si in parietis foramen inferatur, & à superiore foraminis saxo impediatur, ne possit elevari) in C verò sustineatur ab humero; tunc humeri pressio soli gravitati hastæ tri-

buenda est; hasta quippe est vectis secundi generis hypomochlium in I habens, pondus movendum, hoc est, humerum premendum in C; potentiam verò, hoc est lib. 5. semissem gravitatis hastæ, in A, ita ut AI distantia sit decupla distantie CI: premitur ergo humerus, quasi sustineat libras 50.

Demum, ne intacta relinquatur Aristotelis questio 14. de ligno, quod terræ applicatum pedē imposito facilius frangitur manu longè diducta quam prope, dic ligni partem, quæ inter pedem impositum, & terram subjectam interjicitur, esse prorsus similem parti prismatis infixi parieti, ne moveatur, manum verò esse potentiam, quæ longius applicata majora habet momenta ad vincendum nexum particularum ligni; est enim longior vectis. Similiter applicato ad genu ligno, & æque diductis manibus; duo sunt vectes hinc atque hinc, fulcrum ad genu, scilicet ad duo puncta contactuum; habentes, eoque longiores, quò magis diductæ fuerint manus, ac proinde facilius distrahentes particulas extimas ligni, quod circa genu curvatur, faciliusque comprimentes particulas ejusdem ligni ad cavam faciem pertinentes; quæ dum sibi vicissim obstant, uberiores reliquarum distractionem juvant: longiorem autem vectem præ breviori eligendum esse quis nesciat? ac propterea si ad genu propius admoventur manus ligno, cum minor esset illarum motus Ratio ad motum particularum ligni distrahendarum, quam sit Ratio motus illarum longius diductarum, utique difficilius frangeretur lignum; ideoque longius diducuntur manus, ut longiores sint vectes.

CAPUT XII.

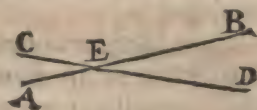
Unde oriantur forcipum & forficum vires.

Forcipum duplex est usus; primus quidem ad corpus aliquod firmiter apprehendendum; secundus verò ad evelendum illud facilius, vel suâ e sede dimovendum; id quod adhibito hujusmodi instrumento facilius perficitur, quam nudâ manu.

manu. Hinc Aristoteles mechan. quæst. 21. quærit, *Cur medici facilius dentes extrahunt denti forcipis onere adjecto, quàm si solâ utantur manu?* Quia nimirum infixum mandibulæ dentem extrahendum vix summis duobus digitis, quibus non multa vis inest, arripere valent, & ob carnis mollitudinem faciliè è trahentibus digitis elabitur lubricus dens: at forcipulam in os immittere potius, quàm digitos, sæpe facilius est, validiùsque trahit manus in pugnum constricta forcipi dentem per vim educenti applicata, quàm digitorum extremitates dentem adhuc in gingivâ hærentem evellere valeant. Præterquam quod in dentiforcepe, cujuscumque tandem figuræ sit, ratio vectis intercedit ad dentem firmitus apprehendendum, dum pressio manubrio arctiùs constringitur: nec faciliè Chirurgus operam ludit, ubi dens forcipem subterfugere nullatenus potest. Totam igitur vectis vim in dentiforcepe agnosco ad stringendum dentem, ut medica manus illum facilius evellat: neque enim eadem ratione à medicis (nisi fortè veterinariis) extrahuntur dentes, quàm fabri lignarij revellunt infixos tabulæ clavos, de quibus mox erit sermo.

Similiter quia ad stringendam exilem aliquam materiam inepta esset digitorum crassitudo, minorum opusculorum fabricatores forcipulis utuntur, quibus illam apprehendentes firmiter, aut limæ subjiciunt, aut opportunè collocant. Et quia candens ferrum manu tractari nequit, ut in quancumque partem versetur, incudique impositum nisi retineretur, sæpe secundis aut tertiis malleorum ictibus se subduceret, propterea fabri ferrarij forcipes adhibent, quarum author & inventor Cinyra Cyprius Agriopæ filius scribitur à Plinio lib. 7 cap. 56; ideoque forcipes, quasi forvicapes, dictæ sunt, quod iis forva; idest calida, capiantur.

Vis autem forcipum in eo sita est, quod duo vectes primi generis AB, & CD in E connexi commune hypomochlium E habent; potentia vero in B & D longiorum brachiorum extremitates adducens eò validiùs stringit ferrum brevioribus brachiis EA & EC apprehensum, quo major fuerit Ratio BE ad EA: tamque firma retentio esse potest, ut modico pueri conatu extremitates B & D



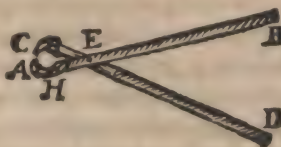
vicissim comprimentis, robustissimi cujusque vires elidantur, ne arreptum ferrum ex A C possit eximere. Quòd si forcipibus B A & D C utatur aliquis veterinarius vice Postomidis (seu, ut aliquibus Grammaticis placet Pastomidis) equi nares, ad frænandam ejus tenaciam, ut loquitur Festus, inter longiora brachia B E & D E contingens; jam B E & D E vectes sunt secundi generis, cum illud, quod ponderis vicem subit, inter hypomochlium & potentiam interjiciatur.

Hujusmodi forcipibus vectis in E C & E A non absimile fuisse existimo instrumentum antiquioribus Græcis ad frangendas absque ictu percutientis mallei nuces familiare, ut ex Aristotele *Mechan. quæst. 21.* colligitur: quod fortasse vel in alterutrâ, vel in utraque interiori facie breviorum brachiorum modicè excavatâ frangendæ nuci locum designabat; adducto enim in oppositas partes utroque vecte B A & D C, quo propior erat nux communi hypomochlio, puncto scilicet connexionis E, eò facilius frangebatur, quia eò major erat Ratio motûs potentia ad motum particularum nucis ex compressione dividendum, quàm esset Ratio resistentia ex earundem particularum complexione ortæ, ad vim motivam potentia. Et quoniam in nucum mentionem incidi, ne levitati mihi tribuas, quòd hîc puerile inventum à me puero, & tunc quidem admiratione obstufacto, observatum commemorare non erubescam. Videbam pueros clandestinis jentaculis indulgentes, ut citra multiplicis percussione strepitum nuces confringerent, eas inter postium angulos & fores collocare; tum adductis foribus levissimo negotio unâ operâ confringere. Erat scilicet vectis primi generis, cujus majorem longitudinem definiebat foris latitudo, minorem ipsius foris crassitudo, ita ut vectis esset in angulum inflexus, cujus hypomochlium cardinibus respondebant. Usque adeò natura ipsa Mechanicen, usumque vectis, vel pueros docet.

His adde acutas forcipulas, quibus catenularum fabricatores extremitatem fili ferrei inflectunt: ratio enim vectis potissimum consistit in validâ & firmâ ipsius fili ferrei apprehensione; nam quo ad ejusdem inflexionem spectat, non est, cur nos torqueamus, ut aliquam demum vectis umbram venemur: satis est, si manubrij amplitudinem considerantes, eamque cum
tenui

tenui apice forcipulæ, circa quem filum ferreum contorquetur, comparantes motum potentiæ manubrio applicatæ longè majorem motum particularum fili ferrei, quod flectitur, deprehendamus; hinc quippe aucta potentiæ momenta cognoscimus.

Aliud forcipum genus frequentius usurpatur, quarum potissimus usus est in eximendis clavis, & minora brachia *A E* & *C E* non recta sunt, sed curva; non solum ut clavus tenaciùs apprehendatur excepto ejus capite intra forcipum sinum, verum etiam ut forcipes aliam



exerceant vectis curvi rationem: cum enim arrepto inter *A* & *C* clauo inclinatur forcipes, ut punctum *H* tangat subjectum planum, sive paries sit, sive tabula, jam hypomochlium est in *H*, & momenta potentiæ in *B* ad resistantiam clavi evellendi, sunt ut *B H* ad *H A*, cum circa punctum *H* perficiatur motus. Quare ad constringendum clavum momentorum Ratio est ut *B E* ad *E A* (perinde atque si ab *E* ad *A* ducta esset recta linea) ad revellendum verò momentorum Ratio est ut recta ex *B* ad *H* ducta ad rectam, quæ ex *H* ad *A* ducitur; neque enim curva linea ex *H* ad *B*, aut ex *H* ad *A*, sed recta legem constituit motibus potentiæ in *B*, & ponderis in *A*.

Id quod pariter contingit cum aversam mallei partem subtiliorem clavo submittimus, & in oppositam partem manubrium retrahimus, ut clavus extrahatur: est siquidem curvus quidam vectis fulcrum habens in *E*, circa quod punctum manens uterque motus perficitur; & motus potentiæ in *H* ad motum clavi in *I* habet Rationem rectæ *H E* ad rectam *E I*. Ex quo patet pro majori manubrij longitudine augeri etiam potentiæ momenta.



Quoniam verò aliquando forcipes hujusmodi curvæ aciem habent in *A* & *C*, ut id, quod constringitur vehementiùs, etiam scindatur, non est alia philosophandi ratio, quod quidem spectat ad momenta potentiæ duplici illi vecti applicatæ, hoc uno differunt, quod vis scindendi orta ex acie ferri pertinet ad ratios

nes

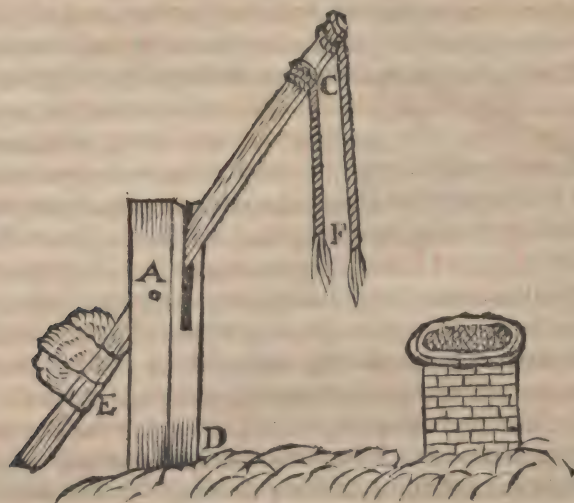
nes Cunei, de quo inferiùs suo loco. Idem dicendum de forficibus, quarum acies pariter ex rationibus Cunei vim scindendi habent; majora autem momenta potentia, quæ faciliùs scindat, petenda sunt ex rationibus vectis; sunt enim hîc pariter duo vectes in oppositas partes commoti, commune hypomochlium in puncto connexionis habentes; & quo majorem Rationem manubriorum longitudo habet ad distantiam rei scindendæ à puncto connexionis, eò etiam facilius contingit scissio. Idcirco quæ duriora sunt, prope connexionis punctum applicantur, quia eadem manubriorum longitudo ad minorem distantiam habet majorem Rationem quam ad distantiam majorem; & quæ ad hæc duriora scindenda institutæ sunt forfices, breviora habent brachia, quæ ad scindendum exacuuntur, longiora verò ea, quibus potentia movens applicatur; cujusmodi sunt forfices, quibus fabri ferrarij ad æreas aut ferreas laminas scindendas utuntur. In harum usu illud etiam observare poteris, satis esse, si duorum vectium communi fulcro connexorum, ita ut decussati existant, alterum moveatur manente altero: hoc enim potissimum attenditur, quo pacto potentia validiùs applicetur, ubi multâ opus est virtute; cum autem unicuique hujusmodi forficum brachium movetur, tota illi manus applicatur, & reliquo deorsum connitente corpore valide premit.

C A P U T XIII.

Cur Tollenones juxta puteos constituentur.

QUI Tollenones Latinis (Ciconias aliqui vocant) Græcis ^{Κελόνες} dicuntur, familiaria rusticis & olitoribus instrumenta ad hauriendas ex puteis non admodum altis aquas, aliqua habent explicatu digna, quæ ex Vectis doctrinâ petenda sunt, nec visum est Aristoteli quæstione 28. hanc eandem disputationem instituere indecorum, aut homini Philotopho minus

nus conveniens. Et primùm quidem ipsa Tollenonis constructio pendet ex rationibus vectis primi generis, habet si quidem fulcrum medium inter potentiam moventem & pondus



elevatorum. Erecto enim tigno D A imponitur transversa hasta C E, infigiturque axi in A, circa quem liberè converti possit. Tum extremitati E puteo appositæ alligatur plumbum, aut saxum, sive grave aliud quodpiam; ab extremitate autem C, quæ puteo respondet, funis C F pendet (seu hasta fune convexa in C, sed tamen facilè mobilis) cui in F situla adnectitur.

Jam verò duplex motus in hauriendâ aquâ considerandus est, alter, quo hydria vacua in puteum demittitur, alter, quo eadem hydria aquæ plena è puteo extrahitur. Priori motui utique non faver tolleno, faciliùs quippe hydria descenderet, si nullum esset onus in E, quod depressâ hydria esset elevandum; hujus enim gravitas major est hydriæ gravitate; ac propterea præter ejusdem hydriæ gravitatem alia potentia deprimens requiritur in F, ut major sit Ratio gravitatis & potentia in F ad gravitatem ponderis in E, quàm sit reciproce Ratio distantia A E ad distantiam A C. Quare si A C longitudo multo major sit longitudine A E, facilior

erit hydriæ vacuæ depressio; contra verò deprimendi difficultas augebitur, quo magis pondus *E* distabit à fulcro *A*. Sed hæc eadem, quæ deprimendi difficultatem augment, juvant ad extrahendam facilius hydriam: pondus enim *E* quò longiùs aberit à fulcro *A*, eò plura habebit momenta adversus gravitatem aquæ & hydriam pendentes ex *C*. Hinc est potentiaæ atque ponderis vices permutari; in depressione nimirum pondus in *E* existens attollitur, & potentia in *C* descendit; at in elevatione vicissim pondus elevatur in *C*, & potentia in *E* descendit. Prudenter itaque providere oportet, ut & hastæ *CE* longitudo opportunè distinguatur in partes *CA*, *AE*, & pondus in *E* neque ita leve sit, ut parum adjumenti afferat in extrahendâ aquâ, neque ita grave, ut detrimento sit in deprimendâ hydriâ. Præstat tamen plus aliquid laboris suscipere in deprimenda hydriâ, ut ea deinde elevetur majore compendio: nemo quippe dubitat, quin longè facilius sit homini funem *FC* deorsum trahenti attollere pondus *E*, quàm parium momentorum aquam è puteo extrahere.

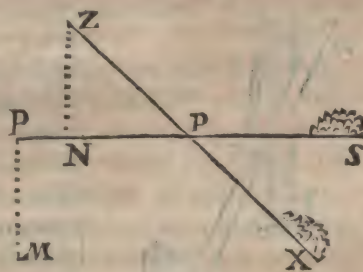
Porro non abs re fuerit monere hîc aliquem, ne se rusticis ridendum præbeat, ubi pro altitudine putei assumpto fune *CF*, hastam *CE* æquo longiorem constituerit præter rationem intervalli inter tigillum *DA* & puteum; contingeret enim, ut hasta in putei labra incurrens necessariam funis longitudinem minueret. Quapropter tria hæc necesse est sibi invicem proportionem respondere, videlicet hastæ *CE* longitudinem, tigilli *AD* altitudinem, ejusque à puteo distantiam; ut erecta ferè ad perpendicularum hasta eam admittat funis longitudinem, quæ & facile hydriæ jungi possit, & putei altitudinem exæquet.

Cur autem tùm in deprimendo Tollenone, ut hydria immergatur, tùm in attollendo, ut aqua è puteo eximatur, non parem semper & æquabilem experiamur facilitatem; ratio in promptu est; quia scilicet varia est potentiaæ medio fune *FC* Tollenonem agentis applicatio; quo enim acutior fuerit angulus *FCA*, eò minora sunt potentiaæ trahentis momenta; quæ crescente angulo pariter augentur, ut tunc maxima sint, cum funis *FC*, & hasta *CA* angulum rectum constituerint. Et quidem licet, ubi funis ab angulo recto ad obtusum desciverit, iterum momenta potentiaæ decreſcant, si applicationis potentiaæ ejusdem

ejusdem tantummodo habeatur ratio; fieri tamen potest, ut ponderis in E momenta minuantur, quo altius attollitur, si illud fuerit hastæ impositum, cum ejusdem linea directionis cadat in hastæ punctum, quod magis ad fulcrum A accedat, juxta ea, quæ hujus libri cap. 3. dicta sunt; atque adeò deprimendi facilitas, quæ hinc sumit incrementum, diminuat ponderis E resistentiâ suppleat decrementum, quod obliquam potentiæ applicationem consequitur.

Nec abîmilis momentorum varietas contingit ex disparili angulorum amplitudine, quos lineæ directionis gravitatum aquæ attollendæ, tum ponderis E, cum hastâ CE constituent. Nam depressâ hastâ, & pondere maximè elevato, hujus momenta initio minora sunt, & subinde augentur recedente à fulcro A lineâ directionis centri gravitatis, si illud quidem hastæ incumbat: Pondere igitur E minùs conante adversùs aquam cum hydriâ attollendam, plus laborandum est homini funem sursum trahenti; cujus deinde labor minuitur auctis gravitatis E momentis, & tunc potissimùm præstare videntur, cum angulus FCA ex recto in acutum transit; tunc enim aquæ deorsum connitentis ac opposito ponderi resistentis momenta decrescere incipiunt, ac infirmiora fieri.

Ex his non parum lucis affulget scenicis machinationibus, in quibus non planè ad perpendicularum, sed obliquè ascendendum est aut descendendum, si enim statuatur vectis ZX habens in P fulcrum, & fune ZN pendeat corpus demittendum, utique obliquus erit descensus ex N in M, & vicissim obliquus ascensus ex M in N: momenta autem ponderis X, aut S, pro variâ positione, ut dictum est, dissimilia atque disparia sunt: Quapropter temperanda sunt pro motûs instituendi opportunitate; atque si pondus X levius sit corpore demittendo ex N, hoc sponte descendet; si verò in S augeatur pondus, ut corporis in M gravitatem superet, hoc ex M in N elevabitur. Quod autem de scenicâ machinatione hîc



innui, ad alias motiones corporum elevandorum (ut si ex navi in altiore fluminis ripam onus transferendum esset) facile traduci posse ita manifestum est, ut pluribus non sit opus, si accuratè examinetur altitudo, ad quam deducendum est, & amplitudo seu distantia parallelarum, intra quas obliquus motus perficiendus est, ut vecti congrua longitudo statuatur, & opportuno loco collocetur, ubi eam anguli RPZ inclinationem habeat, cui Sinus Versus RN respondeat.

CAPUT XIV.

Remorum vires in agendâ navi expenduntur.

Remum, quo naves aguntur, Copensibus, & Plataënsibus debemus, ut Plinius lib. 7 cap. 56. scribens ait, *Remum Cope, latitudinem ejus Platae* (utraque est Bœotiae urbs) invenerunt; & nomen ipsum ab inventoribus inditum videtur, nam Græcis $\rho\acute{o}\omega\eta$ Remus, $\pi\lambda\acute{\alpha}\tau\eta$ Palmula, latior scilicet remi pars dicitur. Ratem siquidem conto propellere rudis adhuc ars navica noverat, ubi fluminis non admodum alti fundum perticâ pertentare licebat; at ubi uberior unda prohibet, ne fundum



attingatur, operam luderet, qui navim conto AB impellere se posse sibi persuaderet, nisi fortè extremitati B ligneâ tabellam adjungeret, ita levem, ut sponte suâ innataret; illam enim per vim velociter immergenti obliquam, aqua resisteret, & navis aliquantulum promoveretur: cæterum ingens esset labor in conto retrahendo, & tabellâ ex aquis extrahendâ, etiamsi scalmo tigillus longiusculus EF ad perpendiculum infingeretur, ex cujus summo vertice funis EI penderet, fune autem contus

medius in I suspenderetur. Quare opus fuit instrumentum moliri,

moliri, quo & facile uteremur, & aliquod laboris compendium inveniremus.

Ratione suæ longitudinis ad unum aliquod vectis genus referendus est remus, ad cuius caput applicatur potentia, videlicet remex; extrema palmula immergitur aquæ, & circa medium innititur scalmo: sed aquæ ne? an scalmo? ratio fulcri conveniat, disputatur. Si Aristoteles audiendus esset mechan. quæst. 4. *hypomochlion fit scalmus, stat enim ille; pondus verò mare est, quod propellit remus; vectem autem movens ipse est remex.* Id quidem verum esset, si quis anchoris nondum solutis, & stante navi, adumbratâ ad speciem remigatione se exerceret; nil enim præstaret præter aquarum impulsione. Cæterum nautæ remorum pulsû non aquam verberare, sed navim impellere contendunt. Igitur aqua, cui remi palmula immergitur, divisioni resistens, atque impediens motum palmulæ, hypomochlij, cui vectis, hoc est remus, innititur, rationem habet; navis verò ipsa, quæ promovetur, quatenus est scalmo conjuncta, utique est pondus, ex cuius movendi, non ex aquæ repellendæ difficultate æstimandus est nautarum labor: alioquin eodem remo, qui scalmo similiter insisteret, æqualis labor esset, sive actuarium, sive corbitam impellere oporteat; pari siquidem aquæ occurrit utrobique palmula. Manifestum est igitur pondus vecte promovendum navim esse, non aquam, ac propterea hypomochlij vices aquam subire, adeoque remum censendum esse vectem secundi generis, cuius extremitates potentia & fulcrum occupant.

Hinc est aliquod semper haberi laboris compendium, ponderis enim motus, qui vecte perficitur, minor est motu potentia remi capiti applicatæ, illud enim minus, hæc magis ab hypomochlio distat. Motus, inquam, qui vecte perficitur, minor est motu potentia; fieri enim contingit, ut vi impressi impetûs, etiam cessante remigis impulsione, navis promoveatur, adeò ut pro ratione impetûs multo major sit navis motus, quàm potentia impellentis. Verum hoc non ex vecte ob idipsum, quia vectis est, oritur, sed quia navis innatans aquæ non eam invenit à corpore fluido resistantiam, quam cæteroqui ex mutuo tritu inveniunt pondera corpori solido insistentia, etiamsi vecte horizontaliter moveantur; ac proinde impressus impetus,

cessante vi externâ, non statim perit. Id autem intelligendum est, cum in lacu vel tranquillo mari navigatur, cum scilicet aqua suo cursu non adversatur motui navis: nam si adverso flumine promovendum sit navigium, contrarius aquæ impulsus impetum à remige impressum elidit, fierique potest, ut utilius accadat navim trahere, quàm remigando impellere, ne sublati ex aquâ remis navigium vi aquæ fluentis, retro-actum eò redeat, unde discessit, & alternâ remorum immersione atque extractione opera ludatur: præterquàm quod quò magis immerfa remi palmula ab adverso flumine repellitur, eò amplius detrahitur motui navis. Ideò quamvis navim trahens plus laboris simpliciter impendat, quàm remigans, facit tamen operæ pretium, qui enim navim adversus profluentem trahit, etiam retinet, ne retrorsum agatur; at qui remo impellit, sublatâ ex undis palmulâ, recessum impedire non valet.

Cum itaque remus vectis sit secundi generis, remigis vires æstimandæ sunt ex Ratione, quam longitudo remi habet ad illam ejusdem remi partem, quæ aquæ & scalmi interjecta est; hæc siquidem Ratio est motuum, ac proinde & momentorum, ut sæpius dictum est. Remi autem longitudinem non absolutam intelligas; sed primùm ea demenda est palmulæ particula, quæ aquæ immergitur; quippe quæ aquam repellens quasi hypomochlio incumbit. Deinde attendendum est, quam remi partem remex apprehendat; si enim plures eundem remum agitent, ut in triremibus, non sunt æqualia momenta singulorum, sed ejus, qui scalmi propior est, minora sunt (perinde atque si remo adeò brevi uteretur) ejus, qui remi caput apprehendit, maxima sunt momenta; medij autem medio modo se habent.

Quare longitudo vectis in remo definitur intervallo; quò inter aquam, & remigis manum interjectum est; ponderis distantiam ab hypomochlio metitur intervallum, quo scalmus ab aquâ palmulam excipiente disjungitur. Si igitur intervallum illud est hujus intervalli duplum aut sesquialterum, momenta Potentiæ ad momenta ponderis Rationem habent duplam aut sesquialteram, & quatuor remiges ad promovendam navim tantundem ferè valent ac sex aut octo, qui pari conatu navim eandem sine remis propellerent, aut traherent. Dixi, ferè, quia cum motus cujuslibet vectis sit circularis circa punctum hypomochli;

mochlij, remex, qui in dextero navis latere remigat, secundum vectis naturam arcum describit ad dexteram inclinatum, id quod pariter contingit sinistro remigi arcum sinistrorsum describenti: Cum autem navis non nisi unico motu moveri possit, ex his duobus circularibus sibi adversantibus resultat tertius medius, scilicet rectus, qui proinde tantus esse non potest, quantus esset, si sex aut octo homines æquali nisu navim sine remis impellerent aut traherent; quia contrariæ illæ directiones ad dexteram & ad sinistram nequeant in tertiam mixtam directionem coalescere, sinè aliquo impetûs detrimento.

Quod si remiges omnes non consentirent in deprimendo, impellendo, atque extrahendo remo, sed alij alios præverterent, non solum id incommodi accideret, quod ab instituto itinere deflecteret navis in alterutram partem, nisi æqualis utrinque esset impulsus, verum etiam retardaretur motus, tum quia minor impulsus à paucioribus navi imprimitur, tum quia remi tardiores, reliquis elevatis, adhuc immerfi dum communi navis motu moventur, minus impellunt aquam post se fugientem, & palmulæ latitudo occurrenti aquæ obversa moram infert, ut eam dividat; ex quo fit, ut aliquid impetûs ab aliis remigibus impressi deteratur, qui citra hoc impedimentum adhuc perseveraret. Sunt scilicet plures remi plures vectes, quibus idem pondus movetur; & nisi remiges omnes conspiraverint, aut navis tardius movetur, aut aliquorum labor augetur: haud secus ac si plures homines uni vecti ad pondus aliquod elevandum applicarentur, uno aut altero cessante reliquorum nisu augendus esset, supplementum desidioforum.

Ex rationibus igitur vectis satisfit quæstioni ab Aristotele propositæ, *Cur ij, qui in navis medio sunt remiges, maxime navim movent?* Allatam à Philosopho responsionem intactam relinquo; an satis commoda sit, alij examinent. Remigum alij in puppi constituuntur, qui Thranitæ dicebantur, ut est apud Suidam, alij in prorâ, qui Thalamij seu Thalamitæ, alij in navis medio, qui Zygitæ: & quamvis omnes ad promovendam navim suum conatum conferant, non tamen omnium æqualis est labor, aut par in movendo efficacia; quia non secundum eandem Rationem singulorum remorum longitudo in partes à scalmo distinguitur; sed quia puppis altior est, & spatium angustum, major
remi

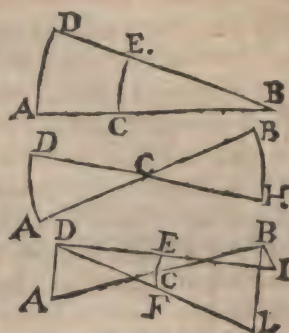
remi pars extra navim est, parumque à scalmo distat remex; ideo motus potentiae ad motum ponderis minorem habet rationem, quam si brevior esset inter palmulam, & scalmum; longiorque inter scalmum & remigem distantia, ut contingit in medio, ubi navis depressior est, & maximam habet latitudinem; pondere enim minus distante ab hypomochlio, majora sunt potentiae momenta, cum eadem ponatur utrobique vectis longitudo. Quae autem de puppi dicta sunt, saltem quo ad spatij angustias, etiam de prorâ intelligenda sunt, quae quia depressior est puppi, & aliquanto altior quam circa medium, propterea Thalamiorum labor medius est inter Thranitarum & Zygitarum laborem. Dicuntur autem remiges, qui in navis medio sunt, maxime movere vim, non quia navis motus, qui circa hypomochlium tanquam circa centrum fit, ibi fit major motu, qui fit in puppi, si remiges parem arcum describant, nam potius oppositum contingit; sed quia remex in medio minorem inventiens ponderis movendi resistantiam plus navim impellit, quam si in puppi pariter conaretur, ubi eodem nisu non potest eodem temporis spatio tam amplum arcum describere. Propterea fortissimi remiges ad puppim statuuntur, ut majore impetu producto vincant majorem resistantiam; ideoque Thranitis præter publicum stipendium etiam extraordinarium datum commemorat Thucydides lib. 6. Hæc verò, quæ de Antiquorum navibus magis propriè dicuntur, quarum forma à nostris dissidebat, nostris tamen celocibus aut triremibus servatâ analogiâ accommodari possunt; nam etiam apud nos scalmus ad proram & ad puppim ascendit, & in medio major est navigij amplitudo, ita ut, licet remorum capita in eadem rectâ lineâ juxta navigij longitudinem constituentur, dispari tamen Ratione à scalmo distinguantur in partes.

Sed præstat ipsum navis motum paulo attentius considerare; quandoquidem si hypomochlium esset prorsus immobile, & aqua locum non daret palmulæ urgenti, utique motus navis ad motum capitis remi in eâ esset Ratione, quæ intercedit inter distantias scalmi, & capitis remi ab aquâ. Nam si palmula B immota maneret, & scalmus esset in C, motus remigis AD ad motum navis CE esset ut AB ad CB. Contra verò si aqua nihil prorsus obsisteret remo (sicuti contingeret,

ret, si ille admodum lentè moveretur, aut palmula nimis obliqua aquam finderet) tantumque palmula retrogrederetur per BH, quantum remex per AD progreditur, immota maneret navis in C: id quod etiam contingeret, si regressus BH ad progressum AD esset in Ratione CB ad CA. Quod si palmula à profluente rapta ex B in L majus spatium conficeret, quàm remex ex A in D (aut saltem BL ad AD esset in majore Ratione quàm CB ad CA) utique navis ipsa retrocederet, & scalmus ex C veniret in F. Cum igitur promoveatur navis, & aqua palmulæ obfistens sit hypomochlium mobile, necesse est progressu remigis AD minorem esse palmulæ regressum BI, ut scalmus ex C propellatur in E. Quare quo magis aqua resistit, minúsque palmula movetur in oppositam remigis motui partem, magis promovetur navis, quia majorem impulsu recipit. Majorem autem aquæ resistantiam efficere potest aut velocior remi motio, aut major palmulæ immersio: constat si quidem, si baculo aquam lentè dividas, vix percipi in illa scindendâ laborem; at si velociter baculum immersum agitare libeat, multò validiùs illam resistere: similiter quò major palmulæ immerse pars plus aquæ propulsat, eò majorem invenit resistantiam, difficiliùs enim multa, quàm modica aqua dividitur. Verùm cum festinato opus est, satius est velociter remum movere, & parum immergere palmulam, ut frequentiori remorum percussione plus impetùs navi imprimatur.

Quod demum spectat ad remi motum, unum superest observandum, videlicet, non eum tantummodo motum capiti remi tribuendum, qui respondet partibus navis, quatenus ex remigis musculorum contentione atque membrorum inclinatione pendet, cujus mensuram definiret perpendicularum à capite remi in subiectum navis planum descendens, & in eo remi iter describens; sed præterea addendus est motus navis, qui omnibus in navi existentibus communis est, adeò ut navis vi remorum acta

M m m



moveatur à motore translato. Quapropter & A D est universus capitis remi, seu manûs remigis motus, demendus ex illo est navis progressus C E, & residuus motus à remigis conatu, quatenus remum impellit, pender.

Sed antequàm ab hac remorum contemplatione animum avertamus, placet innuere, quæ de Sinensium remis attigit Atlas Sinicus in Præfatione pag. 10, ubi de Præfectorum navibus, quæ nostris triremibus æquales sunt, hæc habet. *Dum cessant ventorum flatus, adsunt designati, qui remulco trahant, aut remis moles tota impellitur motis ad modum caudæ piscium, methodo facili, & compendiosa; quippe sine ulla aqua percussione, extractione remi, vel remo unico propellitur & diriguntur navis; adeoque unus hic sex aut octo nostratibus nautis æquivalet.* Postremum hoc de uno remige sex aut octo nostratibus nautis æquivalente, adeo magnificè dictum videtur, sed & adeo jejune expositum, ut verba mihi dari non facile patiar, nec me libenter præbeam credulum: fundamentum constituendæ fidei fuisset remigandi ordo descriptus, remorum forma atque positio verbis aut iconismo proposita, ut, quanta sint remigis Sinici momenta, innotescerent; aliam enim utique à nostratibus remorum formam esse necesse est, quippe quos flexiles esse oporteat, ut admodum caudæ piscium moveantur; hi scilicet postremam corporis sui partem flectunt prius atque contorquent, ut caudam postmodum velociter porrigentes aquam verberent, qua resistente conceptus impetus totum corpus promoveat, quandiu ille perseverat. Ubi animadvertendum est, quàm sapienti naturæ instituto factum sit, ut pisces caudam lentius inflectant, sed velocius explicent, inflectant obliquam, explicent erectam; si enim erectam caudam velociter flecterent, ita aqua resisteret, ut potius retrocederent, quemadmodum Astaci fluviatiles (cammaros, alij caneros fluviatiles vocant, rectè ne? an perperam? non est hujus loci examinare) quando timent, caudâ aquam validè percutientes, ac quasi ad se velociter trahentes non procedunt, sed retrorsum curvatâ caudâ secedunt. Sic etiam contingeret cymbæ, si quis in puppi stans ligneam tabelam extremæ perticæ infixam aquæ à tergo positæ immitteret, perticamque ad se velociter traheret, nam cymba retrorsum agi videretur. Cum autem pisces caudam & obliquè & lentius inflectant

inflectant, minorem aquæ resistantiam percipiunt. Quare, ut remus suo motu imitetur motum caudæ piscium, opus est erectam palmulam (hoc est, in plano verticali longitudinem navis obliquè, aut ad rectos angulos, secante existentem) aquæ occurrere, ut aquâ resistente propellatur navis, eandem verò palmulam postea obliquam fieri, ne dum, intra aquam retrahitur ad iterandum impulsus, tantam inveniat resistantiam, sed aquam faciliùs findat. Hinc conjecturâ aliquâ ducebar aliquando ad suspicandum, an ita remi palmula reliquæ remi longitudini adnexa esset fibulâ plicatili, ut, cum remi caput puppi versùs, palmula verò in oppositam partem impelleretur, hæc occurrenti aquæ cederet, eamque obliquè finderet modicâ manûs remigis deflexione remum interim contorquentis. Sed, ut quod res est eloquar, vereor, ne argutum nimis, vixque aliquid habens compendij, artificium hoc videatur: nam & nostrates cymbularij communi remo cymbanâ ex puppi agentes eam propellunt, & dirigunt aquam non percutientes, nec remum extrahentes, cujus varia inclinatione, loco gubernaculi, cymbæ motum temperant remigando. Ut quid ergo remum in duas partes, quæ fibulâ jungantur, divisum adhibere: quippe qui noceat potius; nam remigis motus in proram directus nullum impulsus imprimit navì, nisi quando iterum rectus factus fuerit remus. Sed flectatur & dirigatur remus in morem caudæ piscium; quid hoc, ut unus remex sex aut octo nostratibus, nautis æquivalet? Hac autem oblatâ occasione cum varias excogitaverim rationes utendi remis aquæ semper immersis, liceat mihi per lectoris patientiam unum proponere, quod fortasse nec incommodum, nec inutile accideret, si in usum deduceretur, tunc maximè, cum plures hinc & hinc remiges adhibentur, qui navis æquilibrio non officerent: neque enim facile author essem, ut levioribus cymbis methodus hæc communis esset: quippe quæ deficiente ponderis hinc & hinc æqualitate in alterutram partem nimis inclinarentur, nec citra casus nautæ, aut everisionis naviculæ periculum. Remiges statuo hinc & hinc scalpro insistentes; id quod incommodum non erit; quandoquidem additis extrinsecus opportunis fulcris crassiorem satisque firmam tabulam impono mediocris latitudinis à scalmo distantem tanto intervallo, quan-

to opus est, ut interjici valeat remus, commodéque agitari: externam autem additæ tabulæ oram ambiat limbus; ne facilitè pes labatur; alterum enim pedem tabulæ, alterum scalmi commodè imponere poterit remex. Remi longitudinem definit al-



titudo scalmi ferè supra navis fundum, addita mediocri hominis altitudine; ipsique remi capiti cylindrus transversarius injicitur, ita tamen, ut in eodem plano inveniatur cum remi palmulâ: apprehenso si quidem utrâque remigis manu hinc & hinc cylindrulo, palmulæ planities aquæ obvertitur, eamque impellit; apprehensâ autem alterâ tantum extremitate, sive A, sive B, quando retrahitur remus, palmula DE aquam findit, & est quodammodo parallela carinæ. Duplicem igitur motum remo conciliare oportet,

alterum quidem à puppi ad proram, & vicissim, cum scilicet impellitur, & retrahitur, alterum verò circa suum axem longitudinis, ut convertatur nunc ad impellendam, nunc ad findendam aquam. Primus motus perficitur, si ferreo circulo HI remus inferatur duos polos habenti; quorum alter scalmum, alter additam tabulam ingrediatur (sive potiùs excavatæ congruæ crenæ incumbant, ut extrahi pro libito possint) sintque facilitè versatiles: remus enim in eodem plano verticali semper existens deprimi potest, ut horizontem versùs inclinetur, atque iterum elevari ac etiam in oppositam partem inclinari. Secundus autem motus facilitè habetur, si remo ferreus rotundus claviculus F adjiciatur circuli HI superiorem partem contingens; impedit enim, ne remus deorsum prolabatur, adeoque nullo labore convertitur circa axem suæ longitudinis remus, dimissâ alterutrâ cylindrulâ AB extremitate, quando retrahitur. Inventum hoc ruditer propositum expolire, atque accuratiùs excolere poteris, ingeniosè Lector, qui fortasse tuâ industriâ consequeris artem mihi ignotam remos ita disponendi, ut remex unus pluribus nautis æquivalet, quemadmodum de Sinenſibus narratur.

CAPUT

CAPUT XV.

Quomodo Naves à gubernaculo moveantur.

Res est, cui assiduus usus admirationem detraxisse videtur, non tamen propterea minus habet admirabilitatis, motus scilicet navium, quæ à gubernaculo reguntur, cum magnum pondus temporis momento moveatur. Nam & Apostolus S. Jacobus in Canonicâ Epistola cap. 3. ait, *Ecce & naves cum magna sint, & à ventis validis minentur, circumferuntur à modico gubernaculo, ubi impetus dirigentis voluerit.* Et Aristoteles Mechan. quæst. 5. inquit. *Cur parvum existens gubernaculum, & in extremo navigio, tantas habet vires, ut ab exiguo temone, & ab hominis unius viribus alioquin modicè utentis, magna navigiorum moveantur moles?* Partes duas in gubernaculo invenimus; alteram extrinsecus navi adjectam, ligneam videlicet alam, sive cardinibus, circa quos converti potest, postremæ puppis parti affixam, sive ad latus puppi adjacentem, tignóque, quod ex scalmo affurgit, adalligatam, prout maritimo vel fluviatili itineri destinata sunt navigia; alteram intra navim, temonis in morem; ex cuius conversione aut pars illa externa in oppositam plagam convertitur, ita ut deductâ temonis extremitate ad dexteram, gubernaculi ala extremæ puppi adjacens in sinistram circa suos cardines deflectat, & vicissim hæc ad dexteram, temone in sinistram converso: aut in navigiis, quorum in fluminibus usus est, gubernaculum ad puppis latus habentibus, depresso temone superior extremitas alæ in triangulum subiecto cylindro infixum conformatæ propius accedit ad navim, temone autem elevato ab illa recedit: contra verò si ala infra cylindrum constituitur, ejus extremitas inferior ad navim accedit temone elevato, à navi recedit temone depresso.

Quemadmodum autem ad propellendam navim instituti sunt remi, ita ad ejusdem cursum dirigendum, atque pro opportunitate in dexteram aut in sinistram inclinandum, clavus ad-

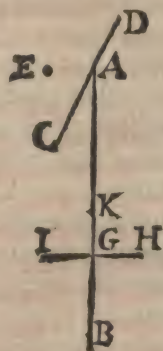
M m m 3

jectus est. Quamquam enim remorum pulsu navis acta proram in dexteram obvertere possit, si remiges sinistri cessent, atque è contrario in sinistram cessantibus dexteris; aut etiam vento navim impellente fieri possit hæc in alterutram partem declinatio modo passo, modo contracto velo, ut me observasse memini, cum ex insula Seelandia per fretum Oresunticum in Scaniam (Elsingorâ scilicet Elsemburgum) navigiolo transfretarem: id tamen longè facilius, atque ad unius gubernatoris arbitrium perficitur converso opportunè clavo, ut quotidiano experimento docemur.

Porro dupliciter gubernaculi motum considerare possumus; neque enim eadem est ratio, cum navis quiescit, nullusque est aquæ motus, atque cum navis vento seu remis agitur; aut aqua ipsa movetur. Et quidem si navigium in aquâ immotâ quiescat, qui gubernaculi temonem movet, est potentia applicata vecti, cujus hypomochlium est aqua, si navis non sit tantæ gravitatis, ut facilius ipsa moveatur, quam tota aqua propellatur ab alâ gubernaculi; & tunc est vectis secundi generis, nam puppis, aquâ resistente, secedit ad dexteram aut ad sinistram sequens temonis conversionem. At si tanta sit navis gravitas, ut multo facilius tota aqua propellatur, quàm navis loco moveatur, vectis est primi generis habens hypomochlium in cardinibus, circa quos gubernaculi ala convertitur, pondus autem, quod movetur, est aqua, quæ eò facilius, minori scilicet labore, propellitur, quò longior est temo; tunc enim potentia plus habet momenti. Hinc duplex vectis ratio invenitur, cum aliquâ ex parte aqua, aliquâ ex parte puppis movetur; quo in motu satis constat neque motum puppis fieri circa aquam extremæ gubernaculi alæ respondentem, neque motum aquæ respondentis extremo gubernaculo fieri circa cardines puppi inhærentes; sed conversionem fieri circa punctum aliquod intermedium reciprocè acceptum pro Ratione resistantiarum aquæ & navis, juxta dicta cap. 5. hujus libri. Cum autem resistentia aquæ æstimanda sit ex magnitudine & figura alæ gubernaculi aquam ipsam impellentis, & resistentia navis pariter definienda sit tum ex ejus gravitate, tum ex aquæ propellendæ quantitate, dum navis in dexteram aut in sinistram convertitur, patet nullum certum punctum navibus omnibus commune statui posse; sunt

sunt siquidem hujusmodi resistentiæ multiplici varietati obnoxia.

At verò cum navis in motu est, & vento impellente seu remis agitur, potentia quidem pro remonis longitudine sua habet momenta, & ad navis conversionem juvat, magis tamen accipiendo vim externam & ferendo, quàm agendo & faciendo, hoc est retinendo gubernaculum in illa obliquâ positione adversus vim aquæ in contrarium nitentis, aut resistentis. Quò enim velocius fertur navis, obviam aquam prora scindens illam ita dividit, ut ad navis latera hinc atque hinc velocius refluat in puppim; ubi si gubernaculi alam inveniat rectam, pergit navis recto itinere; Sed si aqua refluens obliquum gubernaculum offendat, ut si existente carina AB fuerit gubernaculum obliquum CD, aqua in alam AD incurrens dum illam urget, puppim cogit declinare ex A in E, & prora obvertitur versùs F.



Hæc tamen, quæ de aquâ ad navis latera refluyente dicta sunt, non ita accipi velim, ut non nisi ab ejus impetu flecti navis cursum existimes; sed hæc deflexio præcipuè tribuenda est resistentiæ ipsius aquæ, in quam incurrit gubernaculum obliquum, dum navis tota impellitur; eò autem major est aquæ resistentia, quò velocius illam scindi oportet, ut sæpius dictum est. Ideò quo validiore venti aut remorum impulsu agitur navis, facilius flectitur ope gubernaculi, majorem quippe invenit resistentiam. Cum verò resistentia hæc ex alterutra tantum parte inveniat, necesse est proram in eandem obverti plagam. Cujus rei obvium experimentum sumere quisque potest, si corpus aliquod angulatum (cujusmodi esset norma, qua ad angulum rectum describendum utimur) in plano inclinato æquabili ac polito descendere permittat: nam si, quod ponè sequitur, brachium in offendiculum aliquod incurrat, illico reliquum brachium ad eam partem inclinari videbit, impetu scilicet promovente corpus, atque objectum impedimentum declinante.

Quare id, quod navim maximè movet in dexteram aut sinistram,

nistram, est impetus ab ipso vento aut à remigibus navi impressus; gubernaculum autem infert moram & impedimentum, ne motus omnino fiat juxta directionem impetûs ab impellente impressi: quamdiu verò impedimentum perseverat, navis magis aut minùs obliquè fertur, pro ut modificata impetûs directio exigit. Juvat autem, ut dictum est, aqua, quæ à prorâ dividitur, & ad latera refluit, maximè si adverso flumine, aut contra marini æstus cursum navigatio instituatur; aucto enim impedimento faciliùs flectitur instituta progressio; sed idcirco etiam navis motus retardatur magis.

Quod quidem spectat ad gubernaculum extremæ puppis planæ faciei adhærens, ut in majoribus navigiis maritimo itineri destinatis, satis jam explicatum est: unum addendum videtur, quod in navigiis ad devehendas merces fabricatis in fossâ quadam manufactâ aliquando observasse me memini; ex puppi videlicet extremâ in acutum assurgente, quasi caudæ in morem, clavus longiùs protendebatur apici puppis insistentis remo absimilis tantum, quatenus palmula paulò latior, nec juxta scapi longitudinem directâ, sed inflexa intra aquam immergebatur; caput autem temonis fune jungebatur navigij plano ita, ut gubernaculi pars externa suo pondere recidere nequiret, ac fundum alvei non peteret, sed palmula paulò infra aquæ superficiem consisteret. Hinc enim fiebat, ut temonis capite in alterutram partem adducto in eandem puppis recederet aquâ resistente palmulæ, ac proinde prora in oppositam partem obverteretur: perinde atque in cymbis gubernaculo destitutis, cum remi ad latus extremæ puppis directè immersi caput ad se retrahit nauta, puppim ipsam impellit, ac proram in oppositam partem convertit. Huc spectare possunt, quæ habet Atlas Sinicus pag. 123 in XI Provincia Fokien loquens de flumine Min, quod ex Puching ad oppidum usque Xuiken per valles & saxa ingenti impetu ac violentiâ volvitur, inde placidissimum flumen est; & quantumcumque violentum enavigatur tamen à Sinis consuetâ illorum industriâ, ac parvarum navicularum artificio: hæ enim naves clavum, ut aliæ non habent, sed duos longissimè porrectos, ad puppim unum, ad proram alterum: his per saxa ac scopulos prominentes facillime ac velocissimè naves, ac si freno equos continerent, dirigunt. Hæc ibi.

Sed

Sed ut aliquid etiam de gubernaculo ad puppis latus constituto in navigiis, quorum potissimus usus est in fluviis, dicatur, animadvertendum est huiusmodi navigia non solum proram, sed & puppim habere, quæ obliquè assurgentes in acutum desinunt, gubernaculum autem constare ex cylindro obliquè descendente juxta puppis longitudinem, atque ex alâ triangulari ut plurimum sursum respiciente, cujus latus unum cylindro congruit, cui infixum est. Quandiu ala sursum respicit, nihil impedit navis motum, æqualiter enim aqua hinc & hinc fluit, ac proinde navis fertur juxta impetûs à vento aut à remigibus impressi directionem (idem dic, cum navis trahitur) quam sequitur, nisi aliquid fortuito interveniat, à quo turbetur motus, & præter nautarum voluntatem aliò flectatur. Quod si convoluto circà suum axem cylindro, ala in hanc aut illam partem vertatur, jam occurrit aquæ, ex cujus resistentiâ impedimentum objicitur navi, ne rectâ feratur, sed in alteram partem detorqueatur: nam si depresso temone, qui prius erat horizonti parallelus, ala versùs navim inclinetur, aqua inter gubernaculum & navim intercepta resistit, atque interfluens conatur alam gubernaculi in directum restituere: quapropter puppim in dexteram trahens, illique ad dexteram resistens (clavus scilicet dextero puppis lateri adjacet) proram obvertit ad sinistram. At si gubernaculi ala in oppositam navì partem extrorsum vertatur, obviam habet aquam externam, qua resistente repellitur puppis in sinistram, & prora in dexteram convertitur. Quod si alam triangularem placeat potius cylindro subicere, elevato temone ala accedit ad navim, & depresso temone ala recedit à navì: quapropter ibi puppis repellitur in sinistram, hinc ab aquâ intercurrente trahitur in dexteram, motusque oppositi proræ conveniunt.

Ex his facile innotescit, quid præstet gubernaculum inter puppes duorum pontonum, quos impositus pons jungit, validusque rudens congruè longitudinis retinet, ne secundo flumine rapiantur; prout enim in hanc vel illam partem gubernaculi ala vertitur, obvium habet interjectarum aquarum impetum, quo propellitur in adversam partem, eaque ratione trajicitur flumen, ut in Pado & aliis Galliæ Cisalpinæ fluviis passim videre est.

N n n

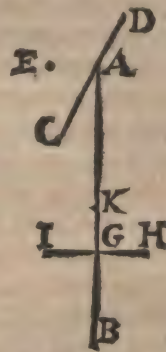
Illud postremò consideratione dignum est, quod ad ipsius navis conversionem attinet nimirum quodnam sit punctum circa quod convertitur: Manifestum est enim neque circa puppim tanquam circa centrum describi arcum à prorâ, neque vicissim circa proram quasi centrum arcum à puppi describi, quia aquæ quantitas respondens longitudini carinæ plurimum resistit, ne circulariter moveatur tota ad eandem partem, cogeretur scilicet nimis amplum arcum describere, nimisque velociter moveri in latus, ut per destinatum navigationis Rumbum nova loxodromia institueretur: facilius igitur convertitur navis, si dum pars anterior proræ aquam in dexteram propellit, reliqua pars posterior puppi proxima aquam repellat in sinistram, utraque enim extremitas minore arcu descripto ad majorem angulum carinam inclinat atque deflectit à lineâ prioris cursûs, & minore velocitate aquam urgens minorem invenit resistantiam. Fit igitur conversio circa punctum aliquod medium inter proram & puppim; illud autem est, circa quod natura facilius assequitur propositum, & minore motu removeretur impedimentum, quod ab aquâ occurrente infertur, quæ cum dividatur à prorâ, refluatque juxta navis latera, æqualiter quidem à prorâ dispertitur, sed ubi navis ventrem, hoc est amplissimam navigij partem prætergressa est, offendens ex alterâ parte gubernaculi alam fluere non potest, qua velocitate fluere nullo objecto offendiculo; propterea aquæ refluenti ex adverso navis latere objiciendum est obliquè puppis latus, ut illa pariter lentius fluat, divisioque impedimento æquales aquæ portiones ex utroque puppis latere fluant. Quare probabilis conjecturâ existimo conversionem fieri circa illud carinæ punctum, quod responderet maximæ navigij amplitudini; pars quippe navigij anterior juxta suam latitudinem occurrens aquæ invenit resistantiam; aqua igitur incurrens in gubernaculum movet partem posteriorem in latus, ubi non est tam valida aquæ resistantia. Cum autem in majoribus navigiis præcipuus malus statuatur in maxima navigij amplitudine, hoc est, ubi carinæ longitudo bessem relinquit puppim versus, & trientem versus proram, carina ad proram spectans minùs movetur quàm quæ ad puppim; sed propter notabilem proræ projecturam si pars navis suprema inspiciatur, malus ille est circa mediam totius navis

vis

vis longitudinem, ibique fit conversio. Cæterum quicumque navis formam, tormentorumque bellicorum dispositionem ac numerum observet, utique centrum gravitatis inter puppim & malum præcipuum interjectum esse affirmabit; præterum cum id necesse sit, ne ventorum vi prora nimis deprimatur; id quod multo manifestius innotescit in minoribus navigiis, si fortè vello uti contingat, malus enim maximè ad proram accedit.

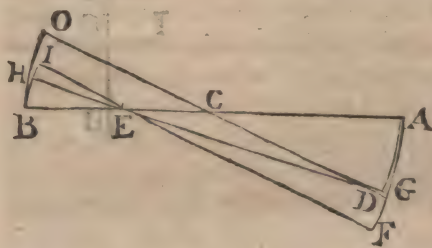
Sit igitur carina A B, maxima navis latitudo H I, malus pri-
 marius in G, centrum gravitatis navigij
 ex. gr. in K. Duo sunt principia moven-
 tia; unum est ventus in G, alterum est
 aqua refluens in A D: duo pariter sunt hy-
 pomochlia, seu impedimenta; vento resistit
 gubernaculum A D, propterea navim mo-
 tione transversâ promovens transfert cen-
 trum gravitatis K versus H: aquæ refluenti
 resistit vis venti in G, ita ut non valeat na-
 vim retrorsum agere, propterea puppim ex
 A transfert in E, & centro gravitatis K im-
 petum imprimit dirigentem versùs I, cui
 tamen prævalente impetu venti dirigente
 versùs H, obliquus navis motus efficitur. Quare duplex est
 vectis secundi generis; aqua in A D ad resistantiam centri gra-
 vitatis K habet momentum ut A G, seu D G, ad K G: Ventus
 in G ad ejusdem centri gravitatis K resistantiam habet momen-
 tum ut G A ad K A. Ex quo constat majorem quidem esse Ra-
 tionem A G ad K G minorem, quàm ad K A majorem; sed
 multo validiorem potentiam esse ventum, quàm aquam re-
 fluentem, nisi forè addatur naturalis fluxus aquæ, qui aliquan-
 do prævalere dignoscitur ex occultis Maris Currentibus, quæ
 navim aliquando retrorsum agunt contrà vim venti. Sed quo-
 niam tam varia & multiplex est navigiorum forma, nec in iis
 construendis omnes artifices eandem servant partium membro-
 rumque Rationem, nulla assignari potest certa Ratio, quæ in-
 tercedat inter distantiam centri gravitatis ab extremitate pup-
 pis, atque distantiam puncti, circa quod fit conversio, ab ea-
 dem extremitate.

Hic autem (ne quis facile similiter labatur) fateor me ali-



quando veri quadam specie deceptum existimasse intervallum inter extremam proram & punctum conversionis ad quartam totius longitudinis partem proximè statuendum esse; ducebar scilicet quadam analogiâ desumpta ex cylindro ligneo innatante, cujus quiescentis extremitatem si tanto impetu percussis, quo certum spatium percurrat, videbar mihi ritè inferre punctum, circa quod convertitur, distare ab extremitate percussâ ad totius longitudinis dodrantem: satis enim ipso usu innotescebat, nec punctum medium, scilicet centrum gravitatis, nec oppositam extremitatem esse centrum conversionis. Videbatur autem naturæ sua jura tueri conanti valde consentaneum, si corpus amans quietis externo impulsui ita obsecundet, ut quam minimo totius corporis motu impressus impetus partem percussam pro suæ intensiōis modo transferat.

Sit enim Cylindrus A B, cujus medium atque centrum gravitatis C: A E verò sit totius longitudinis dodrans: percutiatur extremitas A tanto impetu, quanto illa ferri posset per spatium A D, si moveretur circa centrum C. Ducatur igitur per C recta D O æqualis toti cylindro; qui si moveretur



tur circa punctum C, utique suo motu describeret duos Sectores, A C D, & B C O. Item per E ducatur ipsi D O parallela F I ita, ut ipsi E A æqualis sit E F, & ipsi E B æqualis sit E I. Cylindrus igitur A B conversione factâ circa punctum E describeret Sectores A E F & B E I duobus prioribus similes. Sunt autem Sectores similes, ut quadrata Radiorum; quemadmodum facile colligitur ex 2 lib. 12: atque ideò, cum Radius A C ad Radius A E sit ut 2 ad 3, Sector A C D ad Sectorem A E F est ut 4 ad 9: & quia Radius B C ad Radius B E est ut 2 ad 1, Sector B C O ad Sectorem B E I est ut 4 ad 1. Motus igitur cylindri circa centrum C ad motum circa centrum E est ut 8 ad 10, si Sectores similes describantur. Atqui impetus impressus solum potest extremitatē A transferre per spatium æquale ipsi

ipsi AD (est autem arcus AD ad arcum AF similem, ut Radius AC ad Radium AE, hoc est ut 2 ad 3) igitur eandem transfert solum per AG bessem arcus AF, ac proinde motus est per Sectores AEG & BEH, qui ex ult. lib. 6. sunt bes duorum Sectorum AEF & BEI, quorum summa est 10; ipsius autem 10 bes est $6\frac{2}{3}$. Motus igitur circa centrum E minor est motu circa centrum C, & impetus impressus æqualiter transfert extremitatem A.

Fateor potuisse statui AE mediam proportionalem inter totam longitudinem AB & ejus semissem AC, & motus fuisset paulo minor. Ponatur enim tota AB 200, AC 100, est AE $141\frac{2}{3}$ proximè: igitur ut quadratum AC ad quadratum AE mediæ proportionalis, hoc est ut 10000 ad 19994, ita Sector ACD ad sectorem AEF similem; & ut ipsius CB 100 quadratum 10000, ad ipsius EB 59 proximè quadratum 3481, ita Sector BCO ad Sectorem similem BEI. Quare summa Sectorum ACD, BCO est 20000, Sectorum verò AEF, BEI est 23475. Sed quia ut AC ad AE, ita arcus AD ad arcum AF, quarum partium AD est 100, AF est 141 proximè: & assumpto arcu AG 100, summa Sectorum AEG & BEH, ad summam Sectorum AEF & BEI erit ut 100 ad 141, hoc est, ut 16649 ad 23475: minor igitur est quàm summa Sectorum ACD & BCO, quæ est 20000. At si AE sit 150, & EB 50, summa Sectorum AEF, BEI ut 25000, bes autem $16666\frac{2}{3}$, qui excedit numerum superius inventum 16649 adeò modico intervallo, ut contemnendum sit; cum maximè impetus per arcum AF aliquantulo majorem motum efficiat quàm per circumferentiam circuli minoris, ac propterea censendus sit arcus AG aliquantulum major quàm arcus AD; idcirco vero propior est AE dodrans totius longitudinis AB, quàm AE media proportionalis inter AC & AB.

Verùm quæ de cylindro in aquâ quiescente dicuntur satis probabiliter, non omninò congruere possunt motui navis, quæ præter motum aquæ percutientis gubernaculum promovetur à vento aut à remigibus, & præterea non habet æquabili ductu constitutam figuram, quemadmodum cylindrus: propterea huic analogiæ non acquiescendum duxi. Sed & illud adden-

dum, quod neque de cylindro satis certus esse possum; nam si alia fiat hypothesis, & ad totius longitudinis bessem statuatur punctum conversionis ita ut semissis AC sit 3, AE verò sit 4, & EB sit 2; Sector ACD ad Sectorem AEF est ut 9 ad 16, & Sector BCO ad Sectorem BEI est ut 9 ad 4; igitur summa priorum ad summam posteriorum est ut 18 ad 20. Atqui Sector AEG ad Sectorem AEF est ut 3 ad 4 (id quod de simili Sectore BEH ad Sectorem BEI intelligendum est) igitur, cum AEF sit 16, AEG est 12, & cum BEI sit 4, BEH est 3, ac propterea summa Sectorum AEG & BEH est ut 15 ad summam Sectorum ACD & BCO ut 18. In prima autem hypothesisi quando erat AC ut 2 & AE ut 3, erat motuum Ratio ut 8 ad $6\frac{2}{3}$, quæ est planè eadem cum Ratione 18 ad 15. Cum itaque eadem motuum Ratio sequatur, siue AE sit bes, siue dodrans totius longitudinis AB, cur dodrantem potius quam bessem pronunciemus, nisi aliunde doceamur?

CAPUT XVI.

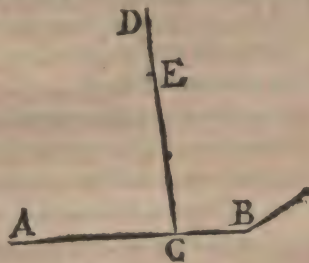
An malus in motu navis habeat Rationem vectis.

NAVim impelli ventorum vi certum est, qui velum implent Nex antennâ suspensum atque expansum, funibûsque, quos Propedes vocant, posteriori navis parti alligatum. Quoniam verò, ut quotidiano usu didicimus, quò altius evecta fuerit antenna, eò validius, cæteris paribus, navis à vento impellitur, quæritur ab Aristotele quæst. 6. *Cur quando antenna sublimior fuerit, iisdem velis, & eodem vento, celerius feruntur navigia?* Causam ille ex vectis rationibus petendam opinatur, quasi malus sit vectis habens hypomochlium in ea carinæ parte, cui infigitur; potentia movens sit ventus velum implens supremæ mali parti applicatus, ubi antenna cum malo connectitur; pondus verò sit navigium; quò igitur potentia magis ab hypomochlio abest, plus habere momenti manifestum est. Verùm non ego hîc inani labore suscepto, ut Philosophi dicto aliquam veri similitu

similitudinem adjiciam, tempus conteram: Cui otium est, Authores legat.

Si quæstio esset, Cur longiores mali sint magis obnoxij periculo fractionis, facile invenire rationem vectis, quia ponderis vicem subeunt particulæ ipsæ, quarum nexus per vim solvendus est in fractione; quò autem longior est malus, ad motum partium, quæ dividuntur, majorem Rationem habet motus venti applicati longiori malo, quàm motus ejusdem breviori malo applicati. Sed hîc, ubi de navis motu quæstio est, sive altè assurgat malus, sive brevis sit, semper eadem est Ratio motûs venti velo excepti, atque navis. Quomodo enim pterna, idest ima mali calx, esse potest extremus vectis in carinâ, cui inferitur, velut in hypomochlio quiescens, navis verò tota simul mota æquali motu, rationem habet ponderis à vecte impulsæ? nonne hypomochlium, pondus, & potentia æquali planè motu moventur? neque enim velocius movetur ventus velo exceptus, quàm ipsum velum, nec velum velocius quàm navis; & cum ipsa navi planè æqualiter movetur carinæ punctum, cui malus infigitur. Quis autem motus per Vectem, qua Vectis est Facultas mechanica, hujusmodi æqualitatem admittit? Non igitur malus in motu, quo navis progreditur, Rationem vectis habere dicendus est.

Sit malus CD cujus pterna C inferatur carinæ AB, car-
chesio autem D applicetur an-
tenna cum velo pendente, cujus
imæ extremitates navis lateribus
opportunè ad ventum excipien-
dum jungantur. Certum est ma-
lum CD moveri semper sibi pa-
rallelum (nisi fortè aliquanto
plus extremitas D moveatur, si-
cut in homine plus caput move-
tur quàm pedes supra sphericam
terræ vel aquæ superficiem, sed
hoc nihil refert) neque posse obtinere rationem vectis nisi
comparatè ad eum motum, quo circa C tanquam circa centrum
fieret conversio; quemadmodum si deprimenda esset prora &
elevanda puppis, ut carina AB non esset horizonti parallela,
sed



sed B deprimeretur infra planum horizontale, & A supra illud elevaretur. Verum (præterquam quod non hic est navis motus, de quo disputatur) observandum est in navigiis minoribus, quibus movendis unicus malus adhibetur, hunc statui non in medio navigio, sed magis accedere ad proram, in majoribus autem navibus, quæ plures malos habent, maximum quidem malum, cujus validissimæ sunt vires, aliquanto quidem magis ad puppim quam ad proram accedere (si longitudo in superiori parte attendatur) ut in Oceano videre est Anglicas, Gallicas, Hollandicas naves, comparatè tamen ad carinam, majorem carinæ partem puppim, minorem proram respicere. Id autem eo consilio factum est, ne malus centro gravitatis navis respondeat, neque exercere possit munus vectis deprimendo proram, puppimque elevando. Quando enim magis ad proram accedit malus, major pars navigij inter malum & puppim interjecta renititur sua gravitate, ne elevetur, quando verò à medio puppim versùs recedit, major pars navis, quæ deprimenda esset, majorem aquæ resistantiam invenit; ac proinde servatâ carinæ positione horizontali facilius navis movetur. Hinc tardior fieri navigij cursum contingit, vel quia perperam collocatus est malus, vel quia pondera in navi non sunt ritè distributa, adeò ut à malo vix absit centrum gravitatis navigij onusti; tunc enim depressâ prorâ & carinâ ad horizontem inclinatâ major vis obviæ aquæ resistit. Quare tantum abest malus à ratione vectis, vi cujus progrediatur navigium, ut potius caveatur, ne vectis munus ille exerceat, motum aliquem efficiendo, qui celeritati non parum officeret.

In motu autem majoris navigij pluribus malis instructi non solus malus, qui præcipuusest & maximus, attenditur, sed etiam reliqui: potior tamen ad provehendam navim est malus, qui à medio ad proram accedit, quippe qui navim trahit; nam qui à centro gravitatis puppim versùs recedit, navim impellit potius, quam trahat: quamquam ille, qui ad puppim proximè spectat, & velum habet triangulare, maximè juvat, ut gubernatoris proposito, qui clavum regit, obsecundet ad navis cursum in alterutram partem dirigendum. Verum quicumque malus consideretur, in nullo rationem vectis reperies, sive ad impellendam, sive ad trahendam navim.

At,

At, inquis, si adverso flumine deducendum sit navigium si-
ve à nautica turbâ sive ab equis trahentibus, cur funis ma-
lo, non autem proræ, alligatur, si nihil confert facilitatis appli-
catio potentia trahentis medio fune ad majorem altitudinem à
carinâ? Ego verò ex te, quisquis hæc objicis, quæro, cur iidem
nautæ si remulco navim trahere aggrediantur, funem navi non
tam altè alligant; si ex vectis rationibus illa altitudo aliquod af-
fert compendium laboris in trahendo. Sed satis utrique quæstio-
ni factum videbis, si observes non planè aequalem esse in uni-
verso alveo aquæ altitudinem, ac proinde neque posse navim
aquè semper abesse à fluminis ripâ, in qua trahentes progred-
diuntur; ideirco longiore fune opus est, qui suo pondere spon-
te curvatus aquam secaret, & trahentium laborem augeret, aut
in occultum aliquem sub aquis latentem obicem incurreret non
sine gravi incommodo, si funis extremitas depressiori loco navi-
gij alligaretur; propterea malo altiùs adnectitur, eo quoque
consilio, ut si quæ virgulta aut arbusculæ secundum fluminis
ripam occurrant, minori impedimento sint funi obliquè incli-
nato, quàm si horizonti esset ferè parallelus. Qui verò navim
remulco trahunt, non adeò longè ab illa abesse coguntur, nec
hujusmodi impedimentis obnoxij sunt; ideò brevior fune
utuntur, quem proræ alligant. Cæterum nullæ vectis vires
exercentur; non enim prora infra aquam deprimi, & puppis
elevari potest: id quod si contingeret, prora magis demersa
plus inveniret resistentiæ ab aquâ dividendâ.

Quid igitur, ais, causæ est, quòd antennâ usque ad carche-
sium D elevatâ, magis promovetur navis, quàm si tantummodo
usque ad E attolleretur? quandoquidem nullâ vectis ratio hîc
habetur. Eos, qui cum Aristotele sentiunt, æquivocatione la-
borare faciliè ostenditur: quid enim refert, utrum antenna ma-
gis an minùs elevetur, si potentia, videlicet ventus velum im-
plens, illi mali partî applicata intelligeretur, cui antenna ad-
nectitur: hæc autem funibus, quos *πρωείας* vocant, sursum
trahitur, semperque, sive altior, sive depressior sit, adnectitur
carchesio in D: quemadmodum nauta fune in D alligato na-
vim trahens, semper in D applicatus intelligitur, quamvis hu-
miliore in loco, quàm D, constituatur. Verùm non ibi vis
venti præcisè intelligenda est, ubi antenna est, sed toti malo

O o o

aut ejus parti applicatur, quæ respondet velo non solum antennæ cornibus, sed etiam navis lateribus alligato: velum autem in humiliore loco minus recipit venti, quia alta majorum navium puppis (nisi ventus ex latere spiret) vento opposita illum subtrahit velo, & præterea ventus, qui in navis puppim & latera illiditur, reflectitur, & proximas venti partes turbat, atque aliorum dirigit, vel saltem illarum impetum imminuit; ex quo oritur minori vi impelli velum. At partes venti sublimiores ab his inferioribus reflexis, vel nihil, vel mitius turbantur, atque adeo plures ad implendum velum majore vi accurrunt.

Adde (his etiam mente seclusis) ventum in sublimiore loco multo validiorem esse; quàm in inferiore, ac propterea quò altius attollitur velum, non solum majorem, sed etiam validiorem ventum excipit, quo fit, ut incitator sit navigij motus. Neque de hoc venti discrimine dubitare poterit cui contingat iter habere in ampla planitie arboribus & aedificiis vacuâ vento flante; si enim ex equo desiliat, & humi sedeat, manifestè percipiet, quanto minore vi impetatur à vento. Id quod pariter ex ipsâ veli figura arguitur; si enim velum triangulare fuerit, & obliquâ antennâ erigatur ita ut quasi aurem leporis imitetur, altiori vento, utpote vehementiori, pars veli strictior objicitur; si vè pluribus quadrangularibus velis instruitur navigium ita, ut alia superiora, scilicet dolones, alia inferiora sint, videlicet Acatia; quæ supra Corbem statuuntur, non solum minora sunt inferiore velo, sed etiam eorum suprema pars longè strictior est basi, ut nimirum minus recipiat venti validioris: propterea ingruente tempestate primum superiora vela deprimuntur, ut majori ventorum vi subducantur; eriguntur autem celeritatis causa, ut si quando effusè fugere opus sit.

Ecce igitur citra omnem vectis rationem, *Cur quando antenna sublimior fuerit, iisdem velis, & vento eodem, celerius feruntur navigia:* quia scilicet velum altius sublatum & plus venti, & validiorem ventum recipit. Quod si ad vectis rationes confugiendum esset, non quæreretur, cur celerius ferantur navigia, sed, cur facilius? Nam vectis longitudo (nisi fortè in vecte terrij generis, cujus nullum vestigium deprehenditur in malo navis) non celeritatem motûs ponderi conciliat, sed facilitatem,

ita

ita ut posito longiore veste potentia servans eandem sui motus velocitatem facilius quidem moveat propositum pondus, sed tardius quam breviori veste, posita eadem ponderis ab hypomochlio distantia: Ac propterea, si in hoc navis motu, de quo quaestio est, intercederet ratio vestis, idem ventus eadem vela altius sublata implens eadem quidem velocitate moveretur, sed tardius navim moveret, quamquam facilius, hoc est magis onustam. Id autem à vero longissime abesse testatur experientia; quæ idcirco confirmat navigij malo nihil esse cum veste commercij ad navim promovendam.

CAPUT XVII.

An ex vestis rationibus pendeat usus anchora.

Quandoquidem nauticas aliquot quaestiones cum Aristotele superioribus capitibus examinare placuit, liceat & hanc addere, quæ ad usum anchoræ spectat in firmanda navi, ne à fluctibus, aut à vento abripiatur: tranquillo enim mari, aut in lacu quiescente, sua sponte subsistit navis, nec anchoræ ope indiget, ut sua in statione permaneat. Et quidem ipsa navis gravitas cum suis instrumentis, & onus quod illa ferre potest (cujus gravitas æquat navigij gravitatem) satis per se resistunt, nec facile cuilibet auræ aut fluctui cedunt. Quare major esse debet vis venti, aut fluctuum, aut profluentis, quam ut illi obistere valeat universum navigij pondus, ad hoc ut sit opus anchorâ, qua navigium firmetur.

In anchorâ autem spectanda est & gravitas, & figura; utraque enim juvat; aliquando si quidem solum anchoræ pondus sufficit, ne placidiores fluctus, aut fluminis impetus, aut lenis flatus navim secum rapiant. Sic legisse me memini navim à naufragio anchoris omnibus destitutam in statione totam noctem quiescisse securam firmatam sacculo, quo mille trecenti Hispani Crucigeri (octo Reales singulis Crucigeris tribuuntur) continebantur, rudentis autem muniti supplebat evolutus

relæ scapus : qui enim fluctus navim aliò propellere potuissent, non satis habebant virium, ut etiam illud argenti pondus maris fundo incumbens & navi connexum pariter trahere possent. Simili igitur ratione anchora, licet duriori solo dentem infingere non valeat, aliquando suo pondere navim firmabit. Respondet autem anchoræ gravitas oneri, quod ferre potest navis, ea Ratione, ut pro oneris libris 40000 (hoc est 20 Amphoris aut dolis, singulorum quippe doliorum gravitas statuitur librarum bis mille, & singulis libris uncie sexdecim tribuuntur) ferri libras centum & decem habeat primaria & maxima anchora, secunda habeat primæ dodrantem, tertia bessem, quarta semissem. Rudentis vero, cui anchora adnectitur, pondus ferè ponitur duplum sesquiquartum gravitatis suæ anchoræ. Quamquam non omnino fervetur hæc Ratio ponderis anchoræ in ingentibus navigiis, quæ nimirum suâ gravitate maximè resistunt fluctuum impulsioni, ac proinde minore anchorâ opus habent.

Primariæ anchoræ potissimus usus communiter est, cum validior tempestas navim aggreditur; secundæ, ut navis in statione quiescat; tertiam adhibent nautæ, ut duabus anchoris ad diversas plagas constitutis (puta, alterâ ad Subsolanum, alterâ ad Boream aut ad Borrhapeliotem,) vento & fluctibus navis resistat validius, nec abrepta à fluctibus anchoram pariter secum rapiat, sed tantum alternis motibus quasi circa centrum agitur: Quartam demum linte transferunt procul à navi juxta longitudinem funis adnexi ducentorum circiter cubitorum, quem machinâ ad id destinatâ colligentes accedunt ad anchoram, & stationem commutant, aut portum intrant, seu ab illo exeunt, ubi cessat ventus, aut adversus spirat.

Ad firmandam verò navim plurimum habet momenti longitudo ipsa rudentis; satis enim manifestum est, quantâ vi opus sit, ut longior funis intendatur, qui cessante externâ vi illico sinuatur, ac propterea vehementi conatu ventorum ac fluctuum navis impellenda est, ut rudens intensus anchoram trahat. Varia est autem Rudentis longitudo pro anchorarum Ratione; longitudo si quidem rudentis anchoræ primariæ cubitos habet centum viginti, secundæ cubitos centum, tertiæ cubitos octoginta: quò enim adversus validiorem impetum repugnandum est,

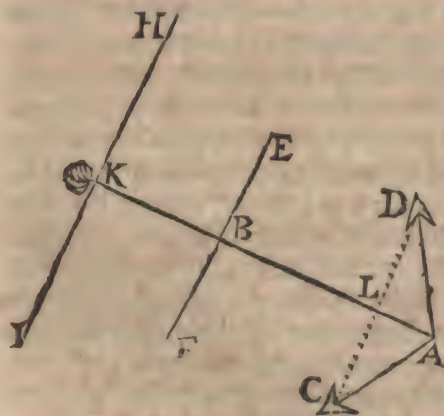
est, eò longior adhibetur rudens, ut difficiliùs intendatur, ac idcirco fractionis periculo minùs obnoxius sit, & venti fluctuumve impetus in rudente intendendo elusus minus virium habeat ad rapiendam simul cum navi anchoram. Hinc ingentes bellicæ naves in Oceano ferè semper primariam anchoram demittunt, & tres aut quatuor rudentes capitibus invicem firmiter colligatis in unam longitudinem productos adji- ciunt; vix enim tanta esse potest fluctuum aut venti vis, quæ valeat tam longum rudentem intendere atque dirumpere, nisi fortè ad navis latus aut ad scopulum collisus atteratur. Id quod aliis quoque nautis placet tùm propter eandem causam, tùm ut longius à littore consistere possit navis, & anchora arenæ infi- gi, etiamsi altior sit aqua. Mihi sanè contingit nautarum incu- riam experiri in Albi fluvio; cùm enim anchoram breviorè ru- dente demississent, nocturno maris æstu intumescens undis ita elevatum est navigium, ut ex prorâ penderet suspensa an- chora, nòsque dormientes æstus abriperet; quos demum exci- tavit fragor ex collisione cum altero navigio, in quod tanto im- petu impacti fuimus, ut abrupto fune scapham amiserimus.

Sed quod ad anchoræ formam attinet, non eadem omnibus est figura; navigia enim, quorum in majoribus fluminibus usus est, ut noctu in medio alveo subsistant, anchoram habent quā- tuor aduncis brachiis instructam; cujusmodi pariter sunt trire- mium anchoræ. At in Oceano navium anchoræ non nisi duo habent brachia ad angulum acutum inflexa cum scapo; ne ve- rò demissa anchora prorsus jaceat in maris fundo, scapo prope annulum adnectitur ligneum transversarium (cujus gravitas est ferè subquintupla gravitatis anchoræ, si tamen etiam fer- reos clavos, quibus firmatur, in computationem admittas) ejus- dem cum Scapo longitudinis, adeò ut jacente utroque brachio Scapus transversario secundum extremitatem innixus obliquè inclinetur. Ex quo etiam fit, ut extremæ brachiorum palmulæ obliquè occurrentes maris fundo faciliùs in subjectum solum penetrent. Quando igitur vehementior est fluctuum impetus, aut venti impulsus validior, quàm ut illi resistere possit ipsa an- choræ gravitas, intento rudente tantisper abripit cum navi an- choram, quæ maris fundum fulcans, ubi brachiorum palmu- læ arenis aliquantulum immerse inæqualem invenerint subjecti

foli resistantiam (quocumque tandem ex capite oriatur hæc resistantiæ inæqualitas) positionem mutat , nec amplius jacet utrumque brachium , sed illud , cui minus obstititur , elevatur , adnitente etiam ligneo transversario , cui naturalis est in aquâ positio horizonti parallela , quam acquirens ita anchoram convertit , ut Dens maris fundo inhærens magis in illud infigatur tum urgente deorsum ipsius anchoræ gravitate , tum trahente ipsa navi , quam fluctus aut ventus impellit ; cum etenim brachium cum scapo acutum angulum constituat , non ad perpendicularum , sed obliquè fundum ingreditur , & idcirco in illud profundius penetrat .

Cum itaque anchoræ scapo alij duplicem , alij triplicem tribuant alterius brachij longitudinem , hæc utique major est , quàm distantia inter extremos anchoræ dentes , non enim brachia cum scapo rectum sed acutum angulum , ut dictum est , constituunt . Ad hanc igitur extremorum dentium distantiam major transversarij longitudo majorem habet Rationem , quàm minor ; est autem longitudini scapi par transversarij longitudo ; quare longioris anchoræ transversarium longius est , ejusque conversio , ut se horizonti parallelum statuatur , magis juvat anchoræ conversionem , ut dens inferior profundius in arenam infigatur .

Sit primum anchoræ scapus A B duplex longitudinis bra-



chij A C , & prope an-
nulum in B æquale trans-
versarium E F adjiciatur
ad angulos rectos , ea ta-
men conditione , ut ja-
centibus brachiis A C
& A D in plano hori-
zontali , transversarium
sit in plano verticali , ejus-
que altera extremitas , ex-
gr. F. maris fundum con-
tingat , altera E sublimis
sit , ac proinde scapus A B
inclinetur ad horizon-

tem grad. 30. Vento , aut fluctu , navim impellente intenditur
rudens ,

rudens, & scapi extremitas B annulo proxima elevatur, nec amplius transversarium in F incumbit arenæ; propterea brachiorum palmulæ C & D in triangulum conformatæ, dum simul cum navi trahuntur, se se profundius in arenam insimulant: sed si inæqualem offendant resistantiam, aut altera, ex. gr. C, profundius infigatur præ reliquâ (sive ex subjecti soli diversitate, sive quia navis in transversum acta trahit anchoræ caput B in latus, & brachij alterius extremitas describens circa A in solo arcum versùs navim profundius infigitur, atque adeò reliqua extremitas oppositi brachij in contrarium mota circa A, vix terram mordet) vis in B trahens, neque valens pariter utrumque brachium trahere, cogitur circa C, tanquam circa centrum, seu potius tanquam circa polum, moveri. Et quia punctum B sublimius est puncto C, necesse est ita hujusmodi conversionem fieri, ut opposita extremitas D elevetur, atque ex fundo extrahatur. Cùmque jam transversarium non æqualiter hinc & hinc retineatur per vim in plano verticali, sed ejus superior pars BE versùs C inclinetur, conatur positionem horizontalem acquirere, ejusque inferior pars BF ad latus declinans ascendit, juvâtque ipsius brachij AD ascensum; ex quo fit demum centrum gravitatis totius anchoræ imminere palmulæ C, quæ propterea etiam urgente gravitate profundius infigitur.

In hac lignei transversarij conversione observandum est partem alteram sublimiorem BE per vim in aquâ deprimi, partem autem inferiorem BF in aquâ sponte ascendere, ac proinde, propter intermediam gravitatem in B, illam resistere huic sursum conanti, atque ideò illam habere rationem hypomochlij, hanc potentiæ, pondus verò esse in B, quod & convertitur: non quidem quia totum pondus sit in B, sed quia totius anchoræ centrum gravitatis est in scapo AB, adeoque intelligitur applicatum puncto B, quamvis ipsius centri gravitatis conversio fiat circa extremitatem C manentem.

At verò si scapus AK fuerit triplex brachij AC, etiam transversarium HI scapo æquale est ejusdem brachij triplex: hinc fit ipsius longioris transversarij HI vim, qua se horizontale statuatur in aquâ, majorem esse, quàm brevioris EF; lignum enim longius difficilius in aquâ erectum retinetur. Quamvis
autem

autem eadem sit Ratio FE ad BE, quæ est IH ad KH, tamen major est Ratio motûs ipsius K ad motum centri gravitatis circa extremitatem C manentem, quàm sit Ratio motûs ipsius B ad motum centri gravitatis circa idem punctum C: in illa enim conversione centrum gravitatis existens in aliquo puncto longitudinis AK elevari vix potest ad majorem altitudinem, quàm sit CL; quia in longiore anchorâ AK centrum gravitatis magis recedens ab extremitate A, quàm in anchorâ breviori AB, magis imminet palmulæ C, eamque profundius in arenam infigit; ideoque si fortè sit inter L & K, atque ex inclinatione scapi ad horizontem paulò altius existeret quàm CL, si C maneret in superficie fundi maris, ipsa depressio puncti C infra illam superficiem demit aliquid ex altitudine.

Nam quod spectat ad centrum gravitatis anchoræ longioris, certum est illud non removeri ab extremitate Scapi A secundum eandem Rationem, secundum quam ejus longitudo producit: si enim scapus esset longitudo pari & æquabili crassitie ducta, utique sicut AK est ipsius AB sesquialtera, etiam centri gravitatis distantia ab A in scapo longiore esset sesquialtera distantie centri gravitatis ab A in Scapo breviori. Quoniam verò & pars BK aliquanto decremento deficit à crassitie reliquæ partis BA, & pro centro gravitatis totius anchoræ attendenda est non solius scapi gravitas, sed & brachiorum; manifestum est centrum gravitatis anchoræ longioris removeri ab A minùs, quàm in Ratione sesquialtera. Atqui circa punctum A (quando jacent brachia, & elevari incipit extremitas altera scapi) moventur B & K pro Ratione distantiarum, hoc est in Ratione sesquialtera; igitur motus ipsius K ad motum sui centri gravitatis est in majore Ratione, quàm motus puncti B ad motum sui centri gravitatis.

Hinc est intento rudente facilius pro rata portione elevari extremitatem K longioris scapi, quàm B brevioris, & centrum gravitatis inter A & K, hoc est inter hypomochlium & potentiam, habere rationem ponderis, quod elevatur veste secundi generis AK. Quia autem facta elevatione puncti K jacentibus adhuc brachiis, postea fieri debet conversio circa palmulam C manentem, tunc punctum C habet rationem hypomochlij, & pondus intelligitur esse centrum gravitatis interjectum inter K
&

& C, si minus sit intervallum inter K & centrum gravitatis, quàm inter K & hypomochlium C, cujusmodi esset, si centrum gravitatis esset citra L versùs K, & esset vectis curvus secundì generis. Quòd si magis distat centrum gravitatis à puncto K, quàm ab eodem puncto K distet punctum C, vectis est curvus primì generis. Quid autem, inquis, si pari intervallo distet punctum K à puncto C, atque à centro gravitatis? cujusmodi generis vectis erit? primì-ne? an secundì?

Respondeo in vecte hoc curvo, cujus altera extremitas manet, & pondus non ad perpendiculum, neque motu recto in plano verticali, sed conversione elevatur, attendenda esse plana, in quibus tùm potentia, tùm pondus propriam conversionem perficiunt; his autem planis parallelum concipe aliud planum, quod per extremitatem C manentem transeat, quod planum si interjectum fuerit inter illa plana conversionum, vectis erit primì generis, quia hypomochlium est inter potentiam & pondus; sin autem hoc extremum fuerit, & medium locum obtineat planum, in quo convertitur centrum gravitatis, vectis erit secundì generis.

Facta demùm conversione ita, ut transversarium ligneum positionem habeat horizontalem, & utrumque brachium in eodem sit plano verticali; quia faciliùs elevatur K quàm B, & transversarium H I longius majorem habet vim sustinendi, quàm transversarium E F brevius, hinc est brachium A C magis inclinari ad subiectum maris planum horizontale, ac propterea etiam validiùs in arenam intigi, quando a navì trahitur anchora.

CAPUT XVIII.

Plures Vectis usus exponuntur.

Q UOD superiore libro præstitimus libræ atque stateræ usum extendentes, & hic præstare operæ pretium fuerit, tum ut vectis natura ex uberiori utilitate innotescat, tum ut fax ali-

P P P

& sit pondus in P. Erit, per, 7. lib. 5. eadem Ratio C O ad O P, atque D O ad O P; &

si in C sit potentia depri-
mens, in D autem potentia
elevans, æqualia habent mo-
menta ad elevandum pondus



in P. Est ergo C P vectis primi generis, & D O vectis se-
cundi generis, cui cum primo commune est hypomochlium
O, & communis pars O P. Quòd si Potentiæ inæquales fue-
rint, utraque autem valeat sive deprimere, sive elevare, di-
vidatur longitudo C D in duas partes, quarum Ratio eadem
sit ac Potentiarum, & in puncto divisionis statuatur fulcrum:
tum in extremitatibus reciprocè collocentur Potentiæ, vali-
dior scilicet propior sit fulcro, debilior verò remotior, ut æqua-
lium sint momentorum.

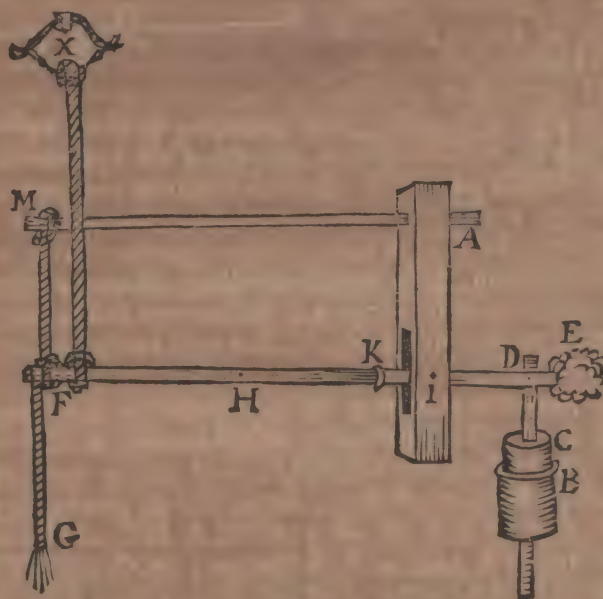
Datæ Potentiæ sint ut 5 ad 3. Dividatur C D partium
octo ita in P (ubi statuendum est fulcrum) ut C P sit 5,
P D sit 3; & Potentia robustior, quæ est ut 5 sit in D;
infirmior verò, quæ est ut 3, sit in C; & pondus sit in R,
quoniam C P ad P R est ut 5 ad 1, & D P ad P R est ut
3 ad 1. Igitur si pondus R sit lib. 30, attolletur à Poten-
tia C potente sine vecte attollere lib. 3, & à Potentia D
potente sine vecte elevare lib. 5: utriusque enim momenta
singillatim accepta sunt 15 composita ex virtute movendi &
motûs velocitate. At si pondus P sit lib. 30, & fulcrum in
O, sit autem C O ad O P, atque D O ad O P ut 4 ad 1,
satis est si singulæ Potentiæ æquales C & D possint sine vecte
attollere lib. 3. unc. 9.

Porro si inæqualium potentiarum altera possit solùm depri-
mendo vectem elevare pondus, manifestum est ad illam per-
tinere vectem primi generis: ac propterea si illa sit potentia
validior, eidem tribuetur minor distantia ab hypomochlio; sin
autem illa sit imbecillior, ipsi tribuetur distantia major, atque
illam inter ac pondus statuatur fulcrum. Hinc faciliè pote-
rit potentia vivens uti ope potentiæ inanimatæ, quæ vi suæ
gravitatis deorsum premat oppositam extremitatem propositi
vectis.

Huc spectare videtur facillimum genus antliæ simplicis,

P p p 2

qua ex depresso loco in altiore aquas attollimus. Sit enim modiolus B, cui aptè inferatur congruens embolus medio

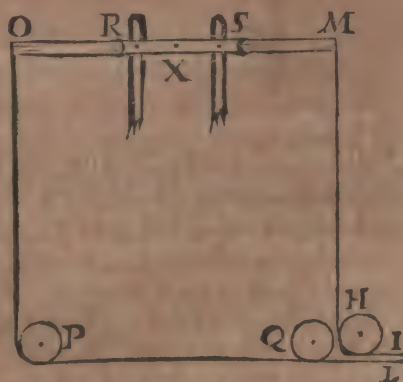


hastili CD connexus cum transversario EF versatili circa axem infixum in I: cuius transversarij extremitatem E occupet massa plumbea opportuna gravitatis ad deprimendum embolum intra modiolum, postquam elevatus fuerit à potentia funem FG trahente adnexum in altera extremitate F. Vectis FE est primi generis duplex habens pondus, alterum in E, alterum in D, utrumque enim per vim elevatur. At vectis EI est secundi generis, in quo E est potentia deprimens embolum, & quo magis distabit ab hypomochlio I, minor massa plumbea eadem obtinebit momenta. Quòd si IF constet materia fati gravi, jam habet rationem ponderis, ac propterea distantia centri gravitatis illius H à puncto I determinabit ejus momenta. Quare potentia E vectis EI secundi generis deprimet embolum, & vectis EH primi generis attollet pondus brachij IF. Hinc est commodius accidere, si longitudo EK ferrea sit, in K
verò

verò inferatur, ut firmiter cohæreat, satis validus baculus ligneus KF; poterit enim longior esse, & faciliorem efficere antliæ agitationem, quin gravitas nimia indigeat multo plumbo in E, ut præponderetur.

Quòd si non placeret addere plumbum in E, & solo vecte primi generis FD uti velles, recurrendum esset ad vim elasticam, qua vel arcus X in superiore loco firmati nervo, vel extremæ perticæ AM longiunculæ (ut Toreuticen exercentibus solemne est) adnecteretur funis pertingens ad F, ut ex tractione Potentiæ GF curvatus arcus, vel inflexa pertica, cessante potentiâ, iterum se suum in statum restitueret, fursúmque traheret extremitatem F, ac proinde embolum intra modiolum B deprimeret. Tunc enim esset FD vectis primi generis, cujus extremitati F applicarentur duæ Potentiæ, altera deorsum, altera vicissim alterno conatu fursum trahens.

At si fortè duplicem antliam velis simul componere, duplicemque potentiam viventem alternis operis conantem adhibere, jugo RS versatili circa axem X adde duo, leviora quidem, sed satis firma manubria RO & SM, quorum extremitates aut premi, aut adjecto fune trahi deorsum valeant: nam depressâ extremitate O deprimitur pariter hastile infixum in R, & est OX vectis secundi generis, atque attollitur hastile adnexum in S, & est OS vectis primi generis. Similiter MX vectis est secundi generis, movens pondus positum in S, atque MR est vectis primi generis attollens pondus positum in R. Propterea autem leviora dixi adjecta manubria RO & SM, ne suâ gravitate movendi difficultatem augeant. Verùm si solus volueris antliam utramque agitare, unus sit continuus funis ex O per rotulas P & Q transiens, atque in M



connexus : quacumque enim in parte constitutus fueris , tantumdem funis sequitur ascendentem extremitatem , quantum trahitur deprimendo alteram extremitatem : sic trahendo funem $P O$ deprimitur extremitas O , deinde trahendo funem $P Q$ deprimitur extremitas M . Aut etiam sit unicum manubrium $S M$, & erit $R M$: atque premens in M attollet hastulam R , elevans aut in M attollet hastulam S . Ut autem facilius attollatur M , sit in superiore loco orbiculus , per quem transeat funis connexus in M , alteram enim extremitatem deorsum trahens attollet manubrium M . Quod si ab oculis remotam voveris antliam , fac per parietis foramen in proximum conclave exire funem $M I$ orbiculi H excavatæ absidi insertum , & per orbiculos P , Q , transire funem $O P Q L$; connexis enim funium extremitatibus I & L modò hunc modò illum funem trahendo utramque antliam agitabis.

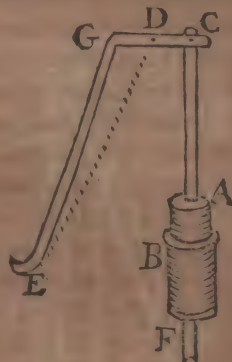
PROPOSITIO II.

Antliam opportuno vecte instruere.

UT aliquam speciem vectis curvi oneri movendo destinati exhibeam , placet in antlia , qua ad hauriendas aquas utimur , exemplum ponere , quod facile in reliquis pro re nata imitari possimus . Est in antliâ loco ponderis aqua , quæ adducto embolo attrahitur in modiolum , eoque reducto exprimitur , & præterea conflictus ipse emboli cum modio ; superanda quippe est difficultas , quæ ex mutuo horum contactu oritur , & aqua per vim elevanda est , sive solum attrahatur , ut ex modio per emboli reducti foramen subinde erumpens effluat , sive in modio compressa ab embolo , cum reducitur , exprimatur in tubum , ut adhuc altius ascendat , juxta ea , quæ in Hydrotechnicis fusiùs dicuntur . Id quidem fieret si hastili , quod embolo infigitur , ipsa potentia proximè applicaretur ; sed ut minus laboris illa subeat , additur vectis , ut multo major sit potentie motus , quàm emboli.

Sit

Sit enim embolus A congruens modiolò B, illique infixum hastile CA; quo elevato aqua per subjectum modiolò tubum F attrahitur in modiolum ipsum B, quo depresso aqua cogitur ex eodem modiolò exire. Sed ut minore operâ id totum perficiatur, additur in C vectis curvus CDE versatilis circa axem D infixum parieti interjecto inter antliam & potentiam moventem. Nam extremitatem E arripiens potentia si vectem urgeat versùs parietem intermedium, elevatur embolus, & aqua modiolum implet, si verò vectis extremitatem à pariete removeat, deprimitur embolus, & compressa aqua exprimitur. Hic vectem primi generis agnoscis habentem hypomochlium in D, scilicet in axe, circa quem versatur vectis; & pro Ratione longitudinis DE ad longitudinem DC est Ratio momentorum potentiae ad resistantiam ponderis, hoc est tantò magis augentur potentiae vires, quò major est Ratio DE ad DC: sumitur autem DE recta linea non computato flexu DGE, qui eatenus adstruitur, quatenus parietis crassities obstarèt, ne commodè uteremur vecte EDC inflexo in D.

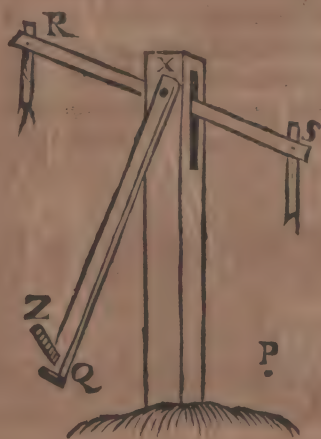


Quia verò faciliùs ab homine urgetur vectis in E, quàm ipsa extremitas E retrahatur, ideò in antliâ solùm attrahente utendo hoc vecte primi generis curvo minus est laboris, nam in deprimendo embolo minus est difficultatis quàm in elevando. At si aqua altiùs elevanda esset supra antliam non attrahentem solùm, sed etiam expellentem, faciliùs attolleretur embolus, quàm deprimeretur, propter majorem aquae resistantiam, cùm exprimitur, juxta altitudinem perpendicularem, ad quam expellitur: propterea tunc mutanda esset positio, ut esset vectis secundi generis; hypomochlium enim statuendum esset in C, & hastile emboli adnectendum in D.

Quod si potentia viribus abundet, poterit duplicem antliam agitare, cujusmodi esset si jugum RS bifariam divisum

in

in X jungeretur in R & S duplici hastili, centrum autem



motus responderet puncto X, cui firmiter adnecteretur manubrium XZ, quod agigaretur parallelum plano, per quod transit axis jungens jugum RS cum manubrio ipso: dum enim Z versùs P movetur, deprimitur R & attollitur S, atque vicissim remeans in Q deprimit embolum respondentem jugi extremitati S, & oppositum attollit. Sunt autem duo vectes curvi ZX R & ZXS primi generis partem unam, videlicet manubrium XZ, habentes communem.

Sed quoniam posito longiore manubrio ZX, vel DE, facilius quidem attollitur aqua, quàm si illud brevius esset, major tamen corporis agitatio requiritur, & multà membrorum inclinatione laboriosa exercitatio suscipienda est, propterea satius est uti vecte recto, ut prop. I. dictum est, quem etiam sedens modico labore commovere poteris adnexum extremitati funem deorsum trahendo.

PROPOSITIO III.

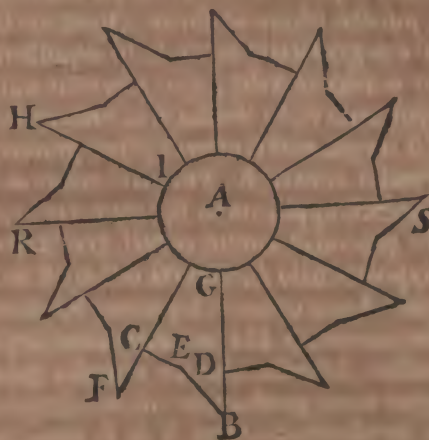
Rotam in profluente positam, quæ aquam facilius elevet ex vectis Rationibus, constituere.

Aquam ex depresso loco in altiore provehi vasculis absidi rotæ circum circa alligatis, quæ in infimâ rotæ parte subjectam aquam immersa hauriunt, & circumactâ rotâ, ubi circuli semissem ascendendo perfecerint, descendendo effundunt, quibus per Helvetios iter facere contigit, perspectum est; si in Tigurinâ Urbe, quam lacus Limagum fluvium excipiens interluit, observârunt ab utrâque ripâ ductum ex palis confertim densatis obicem obliquum usque ad medium alveum,

ut

ut ex angustis erumpens aqua cæteroqui leniter defluens, velocius fluere cogatur, & validius in prominentes rotæ palmulas incurrens ingentem illam rotam cum adjunctis vasculis aquâ plenis facilius circumagat, atque adeò in subiectum vas ponti impositum effusa aqua per urbem universam dividatur. Verum quia pondus, scilicet aqua vasculis contenta, semper à centro rotæ intervallo eodem abest, aliud rotæ genus excogitari potest, quod aquam facilius elevet, nec adnexa, sed congenita habeat vascula.

In plano ex asseribus rite conjunctis compacto, centro A, intervallo AB, intelligatur descriptus circulus, cujus semidiameter aliquanto major sit altitudine, ad quam aqua evehenda est, dividaturque descripti circuli peripheria in quotlibet æquales partes, ex gr. duodecim, aut plures. Tum assumptâ palmulæ congruâ altitudine BD, alius interior circulus eodem centro A, intervallo AD describatur, qui à ductis per centrum A diametris similiter in totidem æquales partes dividitur. Assumptâ itaque CF æquali ipsi DB, statuatur CE intervallum opportune amplitudinis, ut aqua facile ingredi possit. Et ductâ rectâ lineâ BE, refecetur particula exterior, ut sit BECF: idemque de cæteris partibus intelligatur, prout adjectum schema refert.



Duo hujusmodi plana parentur omnino æqualia, similiterque denticulata, quæ cylindro (sive prismati similem basim habenti cum polygono ab initio descripto) hoc est axi inserantur in A, & parallela sint. Planorum autem intervallum definiant asseres æquè lati, qui perpendiculares insistant lineis GBE, &

similibus; quorum asserum latitudo palmulis quoque DB, CF, & reliquis latitudinem statuet. Omnibus ritè firmatis, ac obstructis accuratè rimulis, rota super polos axi infixos collocetur in profluente, ità ut palmula rota in aquam immergatur, quæ per apertum osculum CE ingrediens impleat spatium EBD.

Impetu igitur profluentis dum rota convertitur, aqua inclusa paulatim versùs rotæ centrum secedit, donec quadrantem circuli ascendendo transgressa proxima fiat axi: cùm enim B venerit in H, aqua erit in I; cùm verò ex H in S venerit, jam aqua in subjectum vas effluet. Quare, licèt æqualium conversionum non sint æquales ascensus in eadem circuli peripherià, sed ab imo puncto usque ad finem Quadrantis crescant, quia tamen centrum gravitatis aquæ se in æquilibrio statuentis sensim centrum versùs recedit, ejus ascensus minor est, quàm si eodem semper intervallo abesset à centro rotæ.

Est itaque vectis curvus primi generis, cujus hypomochlium responderet centro A, Potentia movens duplex est, scilicet vis profluentis applicata in B, atque vis aquæ descendens existens in S: pro variâ autem centri gravitatis aquæ elevatæ distantia ab hypomochlio A, diversâ etiam est motuum Ratio & momentorum. Aqua enim in superiore semicirculo supra RS in singulis loculamentis sibi invicem hinc atque hinc respondentibus æqualiter disposita obtinet æqualia gravitatis momenta. Quapropter totus profluentis conatus impenditur in elevandâ aquâ, quæ loculamentis inter B & R interceptis continetur. Quare si multæ sint profluentis vires, crassior rota statui potest, ut, planis magis distantibus, major aquæ copia singulis loculamentis hauriatur: quo fiet, ut palmula latior majorem incurrentis aquæ impetum recipiat. Quòd si placuerit palmulas addere latiores, quàm sit rotæ crassitudo, non abnuo: hæc enim, & cætera, quæ constructionis facilitatem juvent, prudentis machinatoris arbitrio relinquuntur: mihi satis est innuisse, quid compendij ex vectis rationibus peti possit.

PROPOSI

PROPOSITIO IV.

A pluribus hominibus ingens pondus transferri posse ita, ut omnes æqualiter ferant.

ONus ingens palangâ transferri pluribus hinc atque hinc longo ordine succollantibus, notum est: sed quoniam non omnium æqualis est distantia à pondere (nisi fortè bini & bini æquè distarent à centro gravitatis) non sunt æqualia momenta; sed qui propiores sunt magis premuntur, cæteris paribus, quàm remotiores, maximè si quis sensim se subducatur oneri adeò, ut inæqualis fiat oneris distantia ab iis, qui illud sustentant. Propterea methodus aliqua excogitanda est, qua fiat ut singuli partem experiantur in deferendo onere difficultatem.

Sit ponderi dato alligatus vectis AB, & gravitatis centro respondeat punctum C, atque æqualia sint intervalla AC & BC. Si centrum gravitatis ponderis respondens puncto C vectis non fuerit planè in mediâ ejusdem ponderis longitudine, neque fuerit vectis valdè longior ipso pondere, non poterunt plures ita æqualiter disponi, ut ad ferendum æqualiter pondus singulis anterioribus singuli posteriores respondeant æquè à puncto C distantes, impediante videlicet ipsâ ponderis longitudine.



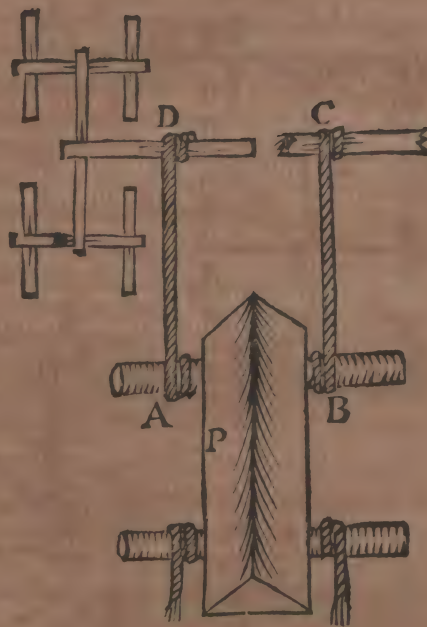
Quare tam in A quàm in B duo aliq. vectes DE, & FG bifariam æqualiter divisi sustineant vectem AB : atque adeò quemadmodum in A (idem die de B) sustinetur semillis totius gravitatis, in D sustinetur tantum quadrans, sicut & in E. Sustineatur similiter extremitas D alio vecte HI (id quod prælitum intellige pariter in extremitatibus E, F, G) & in H sustinetur octava pars : item extremitas H sustineatur vecte KL, & extremitas K vecte MN ; percipitur in K gravitatis pars decima sexta, & in M pars trigesima secunda. Poterunt igitur hac ratione disponi homines 32, qui si possint singuli deferre lib. 100, transferent pondus lib. 3200, & erit æqualiter inter illos distributa gravitas. Quòd si spatium non prohibeat adhuc vectem singulis extremitatibus adjungere, numerus hominum deferentium duplicabitur, & vel singulorum labor dimidiatus erit, vel duplicatum pondus transferre poterunt. Porro vectem vecti esse firmo vinculo connectendum, ne fortè in motu, vecte aliquo se subducente, luxetur machina, non opus est monere, cum per se res ipsa loquatur. Illud observa, quod vectium inter se æqualitatem, sive longitudo, sive crassities spectetur, non opus est studiosè accurare, dummodo singuli vectes æqualiter bifariam dividantur : immò postremi, & breviores esse possunt, ut minus spatij requiratur, & gracilliores, minus quippe urgentur à pondere.

In Atlante Sinico hæc lego pag. 125. *In ferendis oneribus scilicet sunt Sinæ, ac iusticiæ illuc non parum sanæ statuti nostri speculatoribus facerent negotium ad causas invenendas ac rationes, si viderent illos tormenta etiam majora, ac similia pondera, ita vectibus utrinque suspendentes, ut per arctissimos etiam montium fauces facillime transferant, ac licet præcedant alij, alij subsequantur, multisque passibus à pondere suspensio distent, ita tamen illud vectibus ac funibus ex aquo norunt dividere, ut quilibet æquale ferè sentiat onus, seu paulò remotior sit, sive vicinior. Hoc pacto ingentia marmora, atque integras etiam arbores facile videas humeris gestare Sinas. Hæc ibi. Sed quoniam id artificio in praxim deducatur, nullum planè apparet vestigium.* Si

Si igitur funibus suspenditur pondus, & deferentes alij propiores sunt, alij remotiores, duo observanda sunt. Primum est, quòd suspensio non est perpendicularis sed obliqua, ac proinde plus virium requiritur, ut constat ex iis, quæ dicta sunt tum lib. 1. cap. 16. de elevationibus obliquis, tum lib. 3. cap. 12, de præponderatione, & æquilibrato gravium fune suspensorum. Verùm hoc momentorum augmentum in elevatione & suspensione obliquâ, ubi operis abundamus, non consideratur; videtur quippe satis leve incommodum, quod facilitate transferendi onus compensatur. Secundum est, quòd si omnes ferè æqualiter laborant, non dissimiles esse oportet, sed proximè easdem obliquitates funium, ex quibus onus suspensum deferatur: manifestum enim est in minori obliquitate suspensionis minus virium requiri, quàm in majori obliquitate.

Quare si hanc Sinarum industriam æmulari conarer, primum oneris transferendi extremitatibus (vel saltem in pari distantia à centro gravitatis, quantum conjectura æquari possem) vectes transversos firmissimè alligarem, ut vectium horum capitibus jungerem funes, quibus suspensum onus deferatur. Horum autem transversorum vectium longitudinem ita definirem, ut in lineâ vectibus parallèlâ, & æquali quatuor saltem homines commodè collocari queant, quin sibi ullum impedimentum progredientes inferant. Deinde satis validos funes utriusque vectium extremitati adnexos tantæ longitudinis statuerem, quanta opus sit, ut (tribus hominibus ante onus sibi ordine recto succedentibus ac mediocriter distantibus, quin posterior prioris calcem progrediendo feriat) ad tertij humerum pertinere possit; hæc enim videtur minima obliquitas suspensionis, & quæ proximè accedat ad suspensionem perpendicularem: Si verò major fuerit funium longitudo, majori labore deferetur onus, si maxime ita elevetur, ut multum distet à subjecto solo, major enim erit obliquitas suspensionis. Tum extremitati funis alius vectis alligetur, qui vectibus aliis sustentetur ea methodo, quam paulò superius indicavi.

Sit onus transferendum P ; extremitati anteriori (omnia



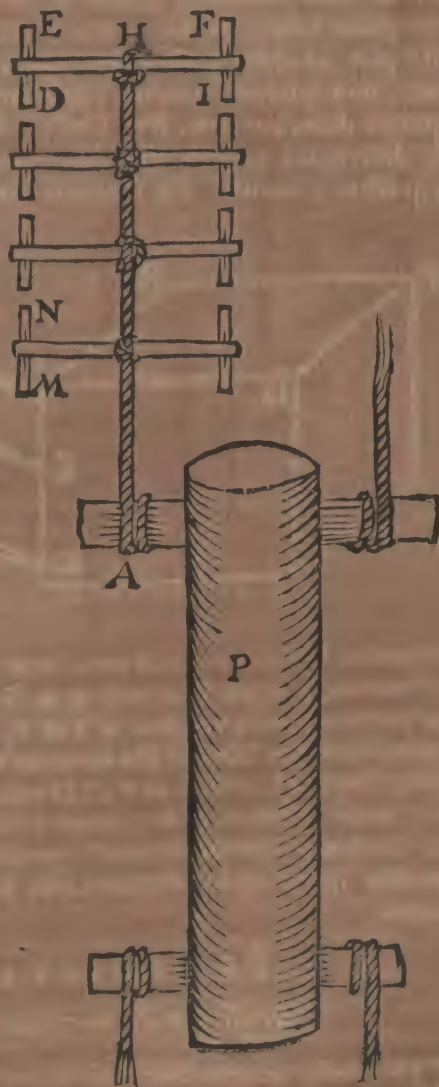
eadem in alterâ extremitate posita intelligantur) adnectatur vectis AB, cui in A & B jungantur funes AD & BC sufficientis longitudinis, quibus in D & C alligetur vectis ab aliis vectibus, ut paulo superius indicatum est, sustentatus, adeo ut quarto vecti duo homines facile humeros supponere valeant, & singulorum funium extremitates D & C à sexdecim hominibus sustineantur. Quare si totidem funes atque homines posteriori ponderis parti simili ratione applicen-

tur, totum pondus ab hominibus 64 æqualiter laborantibus sustinetur.

Ex quo fit non adeo difficile esse in exercitu, ubi non est hominum succollantium inopia, bombardas ex loco in locum transferre, si nimis arduum sit iter, nec equis trahi possint: Nam majoribus bombardis pro singulis globi ferrei libris metalli libræ 150 aut 160 dimidiatis Cartois, ut vocant, in singulas globi libras, metalli libræ 180 aut 190, campestribus & minoribus bombardis metalli libræ 238 usque ad 266 in singulas globi libras communiter tribuuntur.

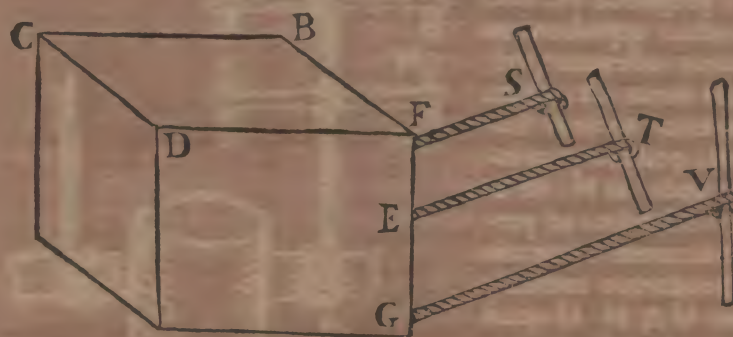
Quod si ex sint viarum angustiae, quæ octo homines pariter incedentes non capiant, adhibeatur longior funis, duos, aut etiam tres, aut plures vectes connectens ita invicem distantes, ut intentus funis rectus sit, & propiores quidem suum vectem aut manu apprehensum sustentent, aut fune suspensum alio

alio vecte parallelo humeris gestent, remotissimi verò humeros suo vecti subijciant. Sic disponatur funis A H, ut intentus pertingat ad humeros eorum, qui in E & F sustentant vectes DE & FI. Quoniam verò vectis MN longè depressior est, quant humeri eorum, qui tam propè absunt à pondere; propterea vel solis manibus apprehensum vectem sustentent, vel, quod satius est, alium præterea vectem humeris gestent parallelum vecti MN, ita ut ex illo funibus ad perpendiculum intentis suspendantur extremitates M & N. Id quod etiam de reliquis, atque de consequentibus vectibus dictum intelligatur. Omnes autem æqualiter conari palàm est, quia intento fune A H eadem est obliqua suspensio ponderis, & paria sunt momenta adversus singulos vectes, quos funis connectit. Illud tamen negari non potest, quod pro majore funis A H longitudine major est suspensionis obliquitas, ac proinde, & major sustentandi labor



Unum

Unum adhuc hîc addere (ne quid intactum relinquatur) fuerit operæ pretium, videlicet, si ponderis transferendi crassities seu altitudo mediocris saltem fuerit, ita ut non solum infimo plano subijci vectes possint, sed etiam supremæ aut mediæ parti adnecti, posse eidem lateri duos aut etiam tres funes, non quidem omninò, sed proximè parallelos alligari, quibus duæ, aut tres, ferè similes obliquæ suspensiones fiant, & deferentes pondus alij aliis remotiores sint, ferè tamen æqualiter conantes. Sic ingentis faxi altitudo sit FG, & al-



ligatus in F funis connectantur cum vecte in S aliis vectibus sustentato, ut supra. Item in E & in G alij funes paralleli similiter jungantur cum vectibus in T & V, ut homines ibi succollantes vectibusque subiecti sibi invicem impedimento non sint. Si igitur singulis lateribus ad B, C, D tres funes hac ratione addantur, erunt 12 funes, & si homines 16 singulis funibus applicentur methodo superius indicatâ, pondus gestabitur à viris 192: constat igitur quàm ingens onus faciliè transferri vectibus queat.

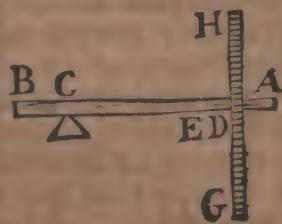
PROPOSITIO V.

Multipli vecte moventis vires augere.

PRO vectis longitudine majori, in eadem ab hypomochlio distantia ponderis, potentia momenta augeri, quia Ratio
motus

motus potentia ad motum ponderis augetur, satis manifestum est ex dictis. Verum quia non raro tam longus vectis, quanto opus esset, in promptu non est, aut ipsa longitudo illum redderet fractioni, aut saltem flexioni, magis obnoxium, aut, si periculo huic occurratur, tam immanis est vectis moles, ut non levi incommodo sit eo utentibus: propterea ars aliqua excogitanda est, qua oblatus vectis brevitatem compensatione aliquâ suppleamus.

Et primò quidem si oblatus sit vectis *AB*, habens hypomochlium in *C*, & pondus in *B* tam grave, ut unica potentia in *A* non satis sit ad vincendam oneris resistantiam, utique si altero, aut tertio movente opus sit, non omnes in extremitate *A* vectem apprehendere valent, sed alter in *D*, tertius in *E*; qui propterea, licet singuli æquali robore polleant, non tamen æqualia habent momenta, sed primus ut *AC*, secundus ut *DC*, tertius ut *EC*. Quapropter alter vectis *GH* adnectatur extremitati *A* ad angulos rectos, ut huic applicati motores plus habeant momenti. Si enim *AC* ad *CB* fuerit ut 10 ad 1, perinde est, atque si decima ponderis pars à duabus in *G* & *H* æqualiter ab *A* distantibus movenda esset, ac propterea singuli semisem decimæ partis resistantiæ percipiunt, hoc est, habent simul sumpti momentum ut 20 ad 1: qui autem in *A* esset solus, haberet momentum ut 10, & qui in *D* haberet momentum ex. gr. ut 9; qui idcirco simul sumpti minus possunt quam *G* & *H*.



At si volueris tres homines in extremitatibus vectis *GH* distribuere in potentias æqualiter conantes, distingue *GH* in tres partes, & sit *AH* triens totius longitudinis *GH*: tum duo applicentur extremitati *H*, tertius verò extremitati *G*: ut enim potentia duplex in *H* ad potentiam in *G*, ita reciprocè duplex distantia *GA* ad distantiam *AH*. Nam quemadmodum de sustentibus pondus vecte sive æqualiter, sive inæqualiter divisò dictum est, ita hic pariter de Prementibus dicendum, qui in *H* & in *G* sunt vicillim Potentia & Hypomochlium: ex eo

R r r

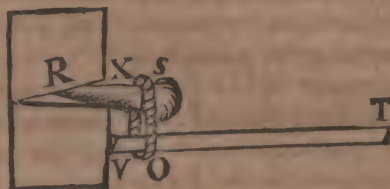
scilicet quòd potentia in H premit, habet rationem hypomochlij, dum resistit, ne potentia in G premens eleuet ipsam extremitatem H, ac propterea deprimat pondus in A existens; & vicissim potentia in G premens habet rationem hypomochlij resistendo, ne eleuetur à potentiâ premente in H; quæ propterea deprimat pondus in A. Est itaque veluti duplex vectis secundi generis; & A G ad A H si fuerit ut 2 ad 1, momentum potentiæ in G ad resistantiam ponderis in A est ut 3 ad 1, hoc est ut G H ad A H: & momentum unius potentiæ in H ad resistantiam ponderis in A est ut 3 ad 2, hoc est, ut H G ad A G. Sed quia in H ex hypothesi sunt duæ potentiæ, duplicatæ potentiæ in H momentum erit ut 6 ad 2, hoc est, singularum momentum ut 3 ad 1. Igitur qui est in G habet momentum atque conatum, quasi sine vecte moveret trigesimam partem ponderis in B existentis; & duo, qui in H, singuli habent momentum æquale atque conatum similem. Ponatur pondus B lib. 60; in A percipitur ponderis $\frac{1}{10}$, hoc est, lib. 6. Igitur potentia in G percipit resistantiam lib. 2, & duæ potentiæ in H simul lib. 4, hoc est singulæ lib. 2.

Quod si non placuerit longitudinem G H habere tanquam vectem, qui non alternâ quadam motione & quiete extremitatum perficitur motus, sed G, & A, & H omnino simul & æquali motu moventur, non admodum contendo: perinde erit, atque si tres potentiæ in A essent constitutæ, quarum singulæ tertiam partem ponderis moveant conatu subdecuplo illius conatus, quo tertia illa pars sine vecte movenda esset.

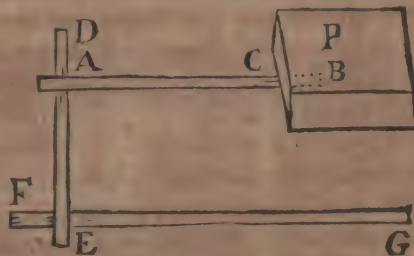
Hinc saltem constat, quo virium atque conatus compendio valeat unicus homo oblatis vectis momenta augere: Nam si idem sit primi generis vectis A B, & A C ad C B sit ut 10 ad 1; adhibe vectem secundi generis G H, & alterâ extremitate fixâ, ut ibi sit hypomochlium, idem augebit momenta juxta Rationem totius longitudinis G H ad distantiam ipsius A ab hypomochlio: Quare si Ratio sit dupla, aut tripla, æqualebit duobus aut tribus, qui in A moventes haberent momentum decuplum; nam A movetur decuplo velocius quàm B, & posito hypomochlio H, movetur potentia G duplo aut triplo velocius quàm A, hoc est vigecuplo aut trigecuplo velocius quàm B. Id quod usum habet non solum, quando vectis A B movendus est in plano

no

no Verticali, sed etiam in plano horizontali, ut si duo marmora disjungenda essent, aut clathri dissipandi. Juxta autem loci opportunitatem adjungendus est secundus vectis *GH* aut proxime ipsi primo vecti, aut remote medio fune extremitatem *A* connectente cum secundo vecte. Sic inter duo marmora immixtus ferreus clavus *SR* jungitur vecti *TV* fune *SO*, & potentia in *T* habet momentum compositum ex Rationibus *TV* ad *VO*, & *SX* ad *XR*.



Neque duos tantummodo, verum etiam plures vectes adhibere possumus, tunc maxime, cum ingenti oneri exiguus motus tribuendus est. Sit enim marmor *P* attollendum subiecto vecte *AB* secundi generis habente hypomochlium in *B*, ac pondere incumbente illi in *C*: & *AB* ad *CB* sit ut 7 ad 1. Quia vectis attollendus est, subijce illi in *A* vectem alterum *DE*, ut *ED* ad *AD* sit in Ratione 3 ad 1. Item extremitati *E* subijce tertium vectem *FG*, & sit *GF* ad *EF* ut 8 ad 1. Igitur *A* movetur septuplo velocius quam *C*, & *E* triplo velocius quam *A*, atque *G* octuplo velocius quam *E*. Quare motus potentiae in *G* ad motum ponderis in *C* est ut 168 ad 1. Quam difficile autem accideret, si tam longum vectem parare oporteret, cujus longitudo esset ad *CB* ut 168 ad 1!



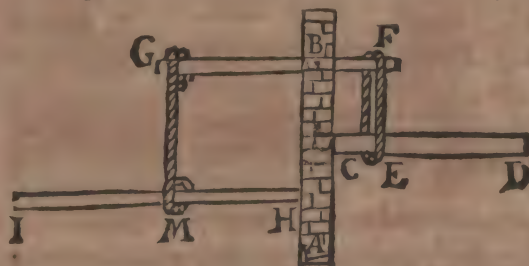
Adde non solum vectibus rectis hoc momentorum incrementum acquiri posse, sed etiam pro loci opportunitate vectibus curvis aut angulatis. Si enim in superiore loco fuerit vectis secundi generis *MN* oneri subjectus, aut oneri inferius posito junctus fune



in O, non solum possumus extremitatem M hunc connectere
cuius vecte recto superius posito, sed etiam subicere illi possumus
vectem curvum KL fixum in I, & extremitas L hunc LR
trahi potest deorsum, ut IK eleuetur, atque illo motu attol-
lat extremitatem M, quantum ferre potest flexus IK. Non
est autem opus monere inæqualia sensim fieri momenta, prout
subjectus vectis curvus KIL in alio atque alio puncto contingit
vectem MN, pro variâ scilicet distantia ab hypomochlio.

In vecte tertij generis majorem esse ponderis motum motu potentiaë, ac proinde majores requiri potentiaë vires ad attollendum onus, si illa conjuncta ac sociata sit cum hujusmodi vecte, quàm si ipsa solitaria manum admooveret ponderi sublevando, manifestum est; propterea infirmiori potentiaë subsidium aliquod industriâ comparare possumus, & propositum vectem in aliam vectis speciem quasi convertere, etiâ si spatij angustis coarctemur, modò liceat proximum parietem perfodere.

Sit parieti AB innixus vectis CD , cujus extremitati D



adnectendum sit
pondus ex. gr.
lib. 200: poten-
tia autem appli-
cari nequeat ni-
si in E, ita ut
E C sit quarta
pars totius vectis
CD. Igitur, cum

motus in D fit quadruplus motus in E, ut potentia sublevert onus D, tanta sit, oportet, ut ipsa se sola valeat quadruplum onus, scilicet lib. 800 attollere: id quod valdè incommodum accideret, si adeò validam potentiam invenire opus esset. Perfode igitur in superiore parte B parietem, illique immitte vectem FG facile in B hypomochlio versatilem, ita ut BF pars imminens subjecto vecti sit æqualis parti EC, hoc est, distantie potentie E ab hypomochlio C, & fune FE connectantur: pars verò ultra parietem in proximum conclave extans BG ad partem BF sit in quacunque Ratione. Tum in inferiore loco, prout opportunius acciderit, vectem alium statue HI, cui junge superioris Vectis extremitatem G fune GM: nam Ratio composita ex Rationibus

IH

Liber quartus. CAPUT XVIII. 501

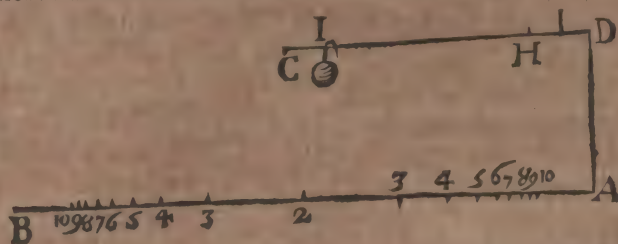
IH ad MH, & GB ad BF dabit momentum potentiae in I positae ad attollendum pondus in D constitutum per vectem datum CD habentem potentiam in E.

Hic habes tria vectis genera; nam IH est secundi generis, quia pondus intelligitur in M inter potentiam I & hypomochlium H; GF est primi generis, quia hypomochlium B est inter potentiam G & pondus in F; CD est tertij generis, quemadmodum ab initio constitutum est. Si itaque in E requireretur vis attollendi lib. 800, & sit GB dupla ipsius BF, requiritur in G vis attollendi lib. 400. Si verò IH ad MH sit quadrupla, requiritur in I vis elevandi lib. 100. Quare & uteris vecte tertij generis CD, quo satis notabiliter movetur pondus D; & potentiae momenta auxisti adeò, ut non solum non requiratur potentia major pondere attollendo, sed sufficiat potentia minor, habet quippe motum duplo majorem, quam sit motus ponderis D; nam motus extremitatis F & puncti E sunt æquales; motus potentiae I est quadruplus motus ipsius M; hoc est extremitatis G; hæc verò motum habet duplum motus ipsius F: igitur motus potentiae I est octuplus motus puncti E, quod movetur motu subquadruplo extremitatis D: Motus igitur potentiae I ad motum ponderis D est ut 8 ad 4, hoc est ut 2 ad 1.

PROPOSITIO VI.

Statere vires addito Vecte augere.

Paretur hasta AB, atque extremitati A addatur annulus, cui inferi valeat statera CD uncus, & extremitas B ita confor-



metur, ut notabile sit & conspicuum punctum, quod hypomochlio respondeat; sitque certa nota, qua dignoscatur vectis paralleline sit horizonti, an inclinatus. Tum distantia BA di-

Rrr 3

vidatur primum in duas partes, deinde in tres, & sic deinceps, quatenus commodè fieri id poterit citra confusionem, quando opus fuerit huic aut illi puncto adnectere onus expendendum, adeò ut certi scimus, quotuplex sit totius vectis A B longitudo comparata cum distantia ponderis ab hypomochlio B.

Hoc vecte ad usum parato, examinetur statera communi, quantum ille gravitet parallelus horizonti: & sit æquipondium stateræ ex. gr. in H indicans lib. 2: id quod memoriâ retinendum est, ut, cum ponderis gravitas explorabitur, ex numero, qui in stateræ jugo indicabitur ab æquipondio, dematur ipsa vectis gravitas deprehensa, scilicet lib. 2.

Proposita igitur gravitate majori, quàm ut expendi valeat communi statera C D, adnecte onus vecti in aliquo ex adnotatis punctis, ex. gr. in puncto 6, prout commodius acciderit: tum reduc tantisper æquipondium stateræ, dum ejusdem stateræ jugum & vectis æquè ab horizonte distent, & consistat æquipondium, puta, in puncto I indicante lib. 12. unc. 8. deme lib. 2. gravitatem vectis, remanent lib. 10. unc. 8. Quia autem onus ex hypothesei adnexum est in puncto 6, multiplica per 6 lib. 10. unc. 8, & habebis lib. 64 gravitatem oneris quæsitam. Quod si plane in medio puncto 2 constitutum fuisset pondus, duplicanda esset gravitas indicata à statera. Manifesta est hujus operationis ratio; siquidem æquipondium stateræ in puncto I sustinet lib. 12. unc. 8 adnexas extremitati D. At vis sustinendi in vecte secundi generis posita in A sustinet vectem, cujus momentum est lib. 2, & præterea sustinet pondus in puncto 6 positum, quod ad reliquam potentie virtutem in A, hoc est lib. 10. unc. 8, habet Rationem, quæ sit A B ad B 6. igitur convertendo ut 1 ad 6, ita lib. 10. unc. 8. ad lib. 64.

Quoniam verò accidere potest, ut oblatum pondus excedat quidem datæ stateræ vires, sed ejus gravitas minor sit quàm dupla ejus, cui æquipondium in extremo stateræ jugo responderet; propterea divisiones eadem, quæ ex 2 ad B adnotatæ sunt, transferantur ex 2 versùs A, ut habeamus diversa puncta in vecte, quibus applicari possit onus ponderandum. Ex numero igitur adnotato, cui adnectitur pondus, fiat numerator fractionis, cujus Denominator sit unitate minor ipso numeratore; & per hanc fractionem multiplicetur numerus à statera indicatus (dempta

(demptâ prius vectis gravitate, ut superius dictum est) & habebitur oneris gravitas. Sit igitur inter A & 2 adnexum pondus in puncto 7, & statera indicet lib. 13. unc. 7: demo vectis gravitatem, quæ est lib. 2 ex hypothesi, remanent lib. 11. unc. 7. multiplicandæ per $\frac{7}{2}$, & dabitur oneris gravitas lib. 13. unc. $6\frac{1}{2}$. Quare in hoc casu fortasse nullum habetur ex vecte adjecto compendium, potuisset enim ex ipsâ statera immediatè cognosci eadem gravitas. Quod si eundem numerum indicasset statera, sed onus adjunctum fuisset in puncto 3, per $\frac{7}{2}$ multiplicatis lib. 11. unc. 7, provenisset gravitas oneris quæsita lib. 17 unc. $4\frac{1}{2}$, quæ ex hypothesi major est, quàm ut solâ staterâ oblata expendi possit. Vel si rem brevius expedire placuerit, numeri staterâ inventi accipe partem denominatam à numero vectis unitate minore, eamque illi numero invento adde, & idem obtinebis. Sic quia in puncto 3 appensum fuit onus, accipe librarum 11. unc. 7. partem denominatam à 2, scilicet lib. 5. unc. $9\frac{1}{2}$, eamque adde libris 11. unc. 7 inventis, & habebis, ut prius, lib. 17 unc. $4\frac{1}{2}$. Cur hac methodo operandum sit, manifestò constat ex ipsa vectis divisione; nam AB ad A 3 est ut 3 ad 1 ex constructione, atque ideò AB ad 3 B est ut 3 ad 2: igitur ut 2 ad 3, ita numerus à statera indicatus (demptâ vectis gravitate) ad numerum quæsitum, quo ponderis gravitas innotescit.

Generatim itaque atque universè oblato quocumque vecte ad subitum usum properato utere, etiamsi nullæ in eo divisiones adnotatæ fuerint, examinato tamen prius ipsius vectis horizonti paralleli gravitatis momento, quatenus ad stateram comparatur: Tum datum pondus ibi alliga, ubi commodè à staterâ extremo vecti applicatâ elevari possit. Facto demum æquilibrio, statera numerum (dempto prius vectis momento) multiplica per Rationem, quam habet vectis longitudo ad distantiam ponderis ab hypomochlio; & propositum obtinebis. Hic habes maximum compendium ad ingentium ponderum gravitatem explorandam: etiamsi enim vectis non sit adeò crassus, quia tamen non procul ab extremitate illius, ubi est hypomochlium, alligatur onus, validè resistit fractioni; & quo major est Ratio longitudinis vectis ad distantiam ponderis

deris ab hypomochlio, tanto majore incremento augentur stateræ vires.

Quod si fortè unicus vectis satis non fuerit, nihil prohibet plures adhiberi vectes multo majore compendio, quàm si unicum longiorem adhiberes. Nam si vectis AB non ita stateræ



vires multiplicet, ut tormentum æneum in C alligatū elevari possit ab æquipondio stateræ, alium

vectem EF statue ipsi AB parallelum, habeátque in E hypomochlium, & statera in F adnectatur, qua primùm ipsorum vectium fune HI conjunctorum & positionem horizonti parallelam habentium gravitatis momentum expendatur. Deinde factò æquilibrium dematur vectium momentum, & reliquus librarum numerus à staterâ indicatus multiplicetur primò per Rationem FE ad HE, & quod ex hac multiplicatione confurgit, secundò multiplicetur per Rationem IB ad CB; habebitur enim demum tormenti ænei gravitas quæ sita. Sit ex. gr. IB ad CB ut 10 ad 1, & FE ad HE ut 12 ad 1, atque statera, dempto vectium momento, indicet libras 100: igitur 100 per 12 dat 1200, & 1200 per 10 dat lib. 12000 gravitatem ænei tormenti.

His autem indicatis statim occurrit animo non duos tantummodo sed plures vectes posse ita disponi, ut semper fiat major Ratio, quæ ex illorum Rationibus componitur: si nimirum inter duas trabes in solo ad perpendicularum firmatas, & æquali intervallo à se invicem distitas interjiciantur vectes alterna hypomochlia habentes in axibus, circa quos facillè converti possint, & simili ratione jungantur, ac de duobus vectibus AB & EF dictum est: Ex singulorum enim vectium Rationibus una Ratio componitur, per quam multiplicandus est numerus à staterâ indicatus, dempto priùs vectium momento. Id quod paulo latius explicatum est in *Terra machinis mota*. dissert. - 1 - n. 16. nec opus est hic transcribere.

MECHA



MECHANICORUM

LIBER QUINTUS.

De Axe in Peritrochio.

QUÆ de Vecte ejusque viribus superiore libro disputata sunt, illa quidem vera sunt, & admirabilia, sed, nisi vectis admodum longus sit, exiguus motus conciliatur ponderi, adeò ut, si ad notabilem aliquam altitudinem attolendum illud sit, oporteat subinde & ipsi ponderi fulcrum supponere, ne recadat, & ipsi vecti hypomochlium altiùs subjicere, ut congruo loco statuatur. Præterquam quod pro variâ ipsius vectis inclinatione, onerisque illi impositi, aut subjecti positione, varia quoque sunt momenta potentie vectem urgentis. Hinc alia Facultas excogitata est, quæ, ut pluribus placet, vectis quidam sit perpetuus, citrà incommoda, quæ in simplici Vecte; ut innuebam, occurrunt. *Vectem* autem appellant, quia ad vectis Rationes illius vim revocant; *perpetuum* verò, quia nullà opus est hypomochlij mutatione: proprio tamen, tritòque jam vetustate vocabulo, communiter dicitur *Axis in Peritrochio*, quasi *Axis in Rota*, ut quidam interpretantur; sed fortassè clariùs, pleniùsque vocabuli vim assequeremur, si *Axem Convolutum* vocaremus; neque enim semper adest Rota, cum tamen semper intersit Convolutio, simul quippe volvitur, & Axis ipse, & id, cum quo Axis conjungitur.

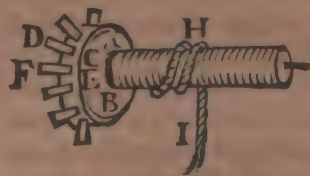
S s s

Neque hic sumitur Axis quemadmodum in Cono, Cylindro, atque Sphærâ, pro linea rectâ, circa quam immotam corpora illa in gyrum aguntur; sed est corpus suâ præditum crassitie, cui Axis nomen inditum est, quia rotarum axem imitatur, non tamen circâ illum fit convolutio, sed ipse circa idem centrum volvitur minore motu, circa quod potentia motu majore rotatur, quatenus illi applicatur, ut ex his, quæ dicentur, manifestum fiet.

CAPUT I.

Axis in Peritrochio forma, & vires describuntur.

Axis in Peritrochio forma à Pappo Alexandrino circa finem lib. 8. Collect. Mathem. describitur, quadratum



scilicet lignum tympano quadrato foramen AB eidem ligno congruens circa suum centrum habenti inseritur, ut simul verti possint: ligni autem partes è tympano prominentes in cylindricam rotunditatem conforman-

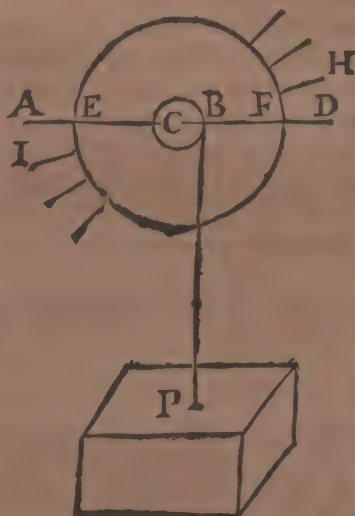
tur; & lignum horizonti parallelum super polos æreos, aut ferreos (choinidas Pappus vocat) congruis fulcris insistentes statuitur. Extremæ verò tympani orbitæ infiguntur Radij CD, EF, &c, quos Pappus *Scytalas*, Aristoteles *Collopes* nominat, longiores scilicet paxilli, quibus arreptis versatur tympanum, & cum eo Axis, quem ductarius funis HI in convoluzione circumplectens attollit adnexam in I farcinam; atque hæc tantumdem attollitur, quantus funis Axem circumplectat ex convoluzione.

Ut Axis hujusmodi vires explicentur, communiter in eo agnoscunt Vectis Rationes: cum enim CB sit semidiameter cylindri, quem funis complectitur, & CE semidiamete-

ter

ter tympani circumpositi, E A verò longitudo Radij, concipiunt A B quali Vectem

primi generis habentem hypomochlium in C, adeò ut ex Ratione A C ad C B momentum potentiae in A applicatae computetur. Quae quidem vera esse non negaverim, si hoc unum intelligatur, quòd Ratio A C ad C B similis sit Rationi, quam haberet aequalis Vectis similem habens positionem Potentiae, Hypomochlij, & Ponderis. Verùm cur primi potius quàm secundi generis vectis dicatur Axis in Peritrochio, cum aequè attollatur pondus P, si Radij extre-



mitas D elevetur sursum, ac si extremitas Radij A deprimatur deorsum? Esto facilius sit depressio, quàm elevatio. Quid, si Axis statueretur horizonti perpendicularis, tympanum autem horizonti parallelum, non ad attollendum, sed ad trahendum pondus? Utrique par esset trahendi facilitas, sive impellatur D versùs H, sive A versùs I: adeoque nulla esset ratio, cur primi potius quàm secundi generis Vectis diceretur: an utrique generi ascribendus est?

Sed quid Axem ad Vectem revocare opus est? cum eodem ex fonte ita utriusque vires emanent, ut etiam si Vectem extra omnem Naturae facultatem positum, atque inter *aduvata* recensendum esse fingeremus, adhuc Axi sua permanerent momenta: Est nimirum, si secundum velocitatem comparentur, motus potentiae ad motum Ponderis Ratio major, quàm gravitatis ponderis ad virtutem potentiae: dum enim funis ductarius semel cylindrum circumplectitur, potentia semel percurrit spatium aequale peripheriae circuli ab extremo Radio descripti; cum autem sint peripheriae circulorum in Ratione semidiametrorum, motus potentiae A ad motum ponderis P est ut A C ad

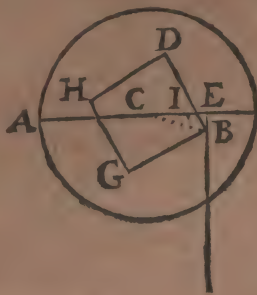
CB. Quare potentia Peritrochium versantis conatus, ad conatum potentia sine machinâ attollentis pondus P, erit in Ratione CB ad AC; quò enim minor secundum velocitatem est motus ponderis comparatus cum motu potentia, eo minor est ejusdem resistentia; minorem autem resistentiam minor conatus superat. Quæ ita ex dictis tum lib. 2. cap. 5. tum lib. 4. cap. 1. clara sunt, ut uberior explicatio supervacanea censenda sit.

Hinc apparet, quid juvet ipsius rotæ adjunctæ magnitudo, aut infixarum scytalarum longitudo; quò enim fuerit major Potentia distantia à centro motûs, eò pariter major erit movendi facilitas. Quo circa si eidem Peritrochio placuerit duplicem applicare potentiam, atque ideò scytalas non exteriori absidi tympani infigas, sed potius extremam tympani oram scytalis ad ejus planum perpendicularibus transfigas; tunc ad augenda Potentia momenta nequicquam prodest scytalæ longitudo, sed à foramine, cui illa infigitur, usque ad centrum desumenda est potentia distantia, quæ ut major fiat, tympani diameter augenda est. Id quod pariter dicendum est, quando manubrium (unicus scilicet paxillus tympani plano infixus) apponitur, quod moventis manu perpetuò in conversione retinetur; ejus enim distantia à centro perinde consideratur, atque si potentia illi tympani parti fuisset proximè applicata, cui manubrium infigitur.

Cavendum tamen hîc videtur, ne quis majorem aliquam rotam ultra manubrium excurrentem cylindro circumpositam considerans, quæ aliquando plus habere videtur momenti, quàm si rota non major esset, quàm ferat manubrij à centro distantia, existimet non ex hac distantia computandum esse potentia manubrio applicatæ momentum. Observet, oportet, hoc non contingere in immanibus & colossicoteris ponderibus, immò neque in mediocribus movendis, sed in iis tantummodo, quæ leviori negotio & velociter moveri possunt: Rota enim, cujus semidiameter major est, quàm manubrij à centro distantia, impressum à movente potentia impetum concipit, qui levem nactus resistentiam non statim perit, sed aliquantisper perseverans motum rotæ unâ cum novo potentia conatu efficit majorem, quàm pro solitariis potentia viribus: immò tanta fieri potest impetûs impressi accessio, ut post aliquod tempus, etiam

etiam dimisso à potentiâ manubrio, vi ejusdem impressi impetûs adhuc se rota in gyrum contorqueat. Hinc est aliquando ejusdem rotæ diametrorum extremitatibus addi plumbeas massas, quæ plus impetûs concipientes, atque diutius retinentes, rotæ conversionem validius promoveant, etiam cessante potentiâ. Sed hîc non unica est potentia, quæ manubrio applicatur, cujus momenta ex distantia manubrij à centro definimus; sed præterea impetus ille perseverans rationem habet alterius potentiæ applicatæ illis rotæ partibus, quibus inest; & pro variâ à centro distantia, alia pariter atque alia sunt particularum ipsius impetûs impressi momenta ad rotam convertendam. Quoniam verò rotæ semidiameter ex hypothesi major est, quàm manubrij à centro distantia, nil mirum, si particulæ impetûs extremæ rotæ impressi multum habeant momenti, quippe quæ magis distant, & velociorem motum efficiunt.

Quod verò ad cylindrum spectat, quem funis ductarius circumpleat, non est necesse illum esse exactè & Geometricè rotundum, sed satis est si cylindricam figuram æmuletur; eatenus siquidem rotundum axem construimus, quatenus eadem volumus in convolutione servari momenta: si verò angulatus esset axis, perpendiculum, in quo esset pondus, modò vicinum centro esset, modò ab eo remotum, ac propterea ejusdem remoti majora essent momenta, quàm vicini. Sit enim ex. gr. quadratus Axis *B D H G*: utique perpendiculum, in quo est funis retinens pondus quod attollitur, variam habet à centro *C* distantiam; nam quando latus *B D* congruit funi perpendiculari, distantia à centro *C* æqualis est semissi lateris *G B*, & est *C I*; cum verò latus *B D* in conversione fit obliquum, distantia perpendiculi fit major, & est *C E*, ita ut demùm distantia maxima sit æqualis ipsi *C B*; quæ iterum decrefcit, donec funis congruat lateri *B G*. Potentiæ autem à centro distantia eadem semper manet *A C*, ideòque momentorum potentiæ ad momenta ponderis Ratio subinde mutatur. Quòd si non quadra-



tus sit Axis, sed plurium angulorum, ita ut latera brevissima sint, sicuti vix distat à rotunditate cylindri, ita vix momentorum disparitatem infert.

Illud quidem animadversione dignum est, quòd non temerè statuenda sit Axi crassitudo, sed adeò validus esse debet ac firmus, ut ponderis gravitati obsistere possit, quin flectatur, aut dissiliat; si enim incurvesceret, auferetur movendi difficultas, quia nimirum in conversione majorem ambitum describeret, quàm pro ejus soliditate. Sed neque idcirco præter modum crassus Axis eligi debet, quia quò major ille est atque crassior, eò major etiam est potentia moventis labor, nisi pariter majus illi addatur Peritrochium. Hinc fit contingere posse, ut in attollendo pondere augeatur labor potentia circa finem motus; quia videlicet, si ductarij funis spiræ jam universam cylindri faciem circumplectantur, & sequentes spiræ non cylindro cohaereant, sed subjecto funi, jam intelligitur semidiameter axis aucta crassitudine funis subjecti, ac proinde secundus hic spirarum ordo majorem funis longitudinem exigit, adeoque etiam infert majorem ponderis motum, quo tempore potentia motum non majorem perficit: quare diminutâ Ratione motus potentia ad motum ponderis, minora sunt illius momenta ad attollendum pondus.

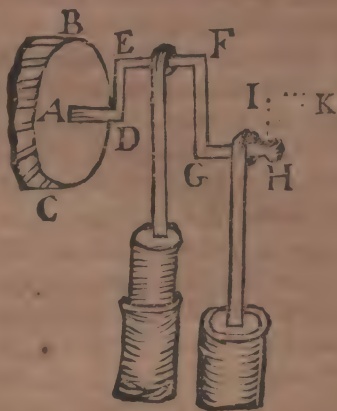
Porro non est omnino necesse, ut ad pondus attollendum Axis statuatur in superiore loco, sed fieri potest, ut longè altius elevetur pondus supra locum Axis; si nimirum funis ductarius transeat per orbiculum superius firmatum: Verum ita firmiter stabilienda est machina, ut hæc à nimia ponderis gravitate non rapiatur sursum. Cæterum cum funis immediatè nectitur ponderi inferius posito, ipsa ponderis gravitas stabilit machinam suis fulcris insistentem solo. Hactenus quidem Axem rectum, prout magis communiter usurpatur, statuimus; pro opportunitate tamen adhiberi etiam potest curvatus. Quemadmodum si ex profluente aquam sursum antliâ propellere velimus, rotæ BC congruis pinnis instructæ, in quas aqua incurrens vim suam exerceat, additur crassior ferreus stylus centro A infixus, curvatusque ADEIGHIK (si IK sit alter polus, cui machina incum-

bit,

Liber quintus. CAPUT I.

511

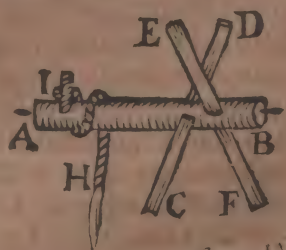
bit, nam si fulcrum sit propè A inter A & D, sufficit si in H terminetur) ita ut ipsi DE æqualis sit particula HI, utriusque autem dupla FG, atque inter EF & GH annulo inferitur hasta adnexa embolo, ita ut dum alter embolus attollitur, alter deprimatur. Hic attendenda est Ratio semidiametri rotæ, seu distantia potentia à centro, ad DE, quæ est semidiameter cylindri, qui ex ejus convolutione gignitur; perinde atque si esset cylindrus, cujus tota diameter esset FG: atque ideo non ex ipsius ferrei styli crassitudine, sed ex flexu æstimanda est Axis semidiameter; eatenus quippe crassior, aut exilis ferreus stylus eligitur, quatenus majore aut minore vi opus est in attollendo atque deprimendo embolo.



CAPUT II.

Succula & Ergata usus consideratur.

PÉritrochij usus quidem frequens est, sed & sæpius sine rotâ idem præstatur, vel addito Axi manubrio, vel Radiis Axi infixis; & machina Latinis *Succula* dicitur; parvulus autem paxillus, cui funis ductarij caput adnectitur, *Poreulus* nominatur: Si tamen paxilli loco annulum cylindro adnectas, cui funis caput insertum firmetur, perinde est. Hujusmodi est cylindrus AB suis polis insistens congruo pegmati, infixosque habens Radios CD, EF; quibus manu arreptis cylindrus volvitur, & funis adnexus paxillo I circumducitur cylindro, atque connexum in H onus attollitur. Dupliciter autem



succula

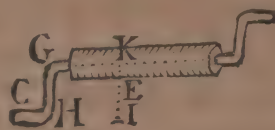
succulâ uti licet; aut Radiis perpetuò infixis, aut qui cylindri foraminibus dum versatur, subinde inferantur: Si perpetuò infixi maneant, unus potest Axem convertere alio post alium Radio arrepto: at verò si idem Radius in aliud atque aliud foramen immittendus sit, duo sint, oportet, qui alternâ operâ suum Radium deprimentes Axem convolvant; alioquin, nisi artificio aliquo retineatur, dum ex uno foramine extrahitur Radius, ut in aliud immittatur, pondus suâ gravitate deorsum relaberetur. Licet tamen hanc duplicis potentiaë necessitatem utilitate aliâ compensare; ubi enim duo sint, quorum vicissitudine circumagatur Axis immisissio hujusmodi Radio; hic potest esse multo longior, quàm si eidem Axi infixus maneret; oporteret siquidem plures Radios perpetuò manentes infigere; id quod, si longiores essent, non careret incommodo. Quo autem longior Radius fuerit, eò pariter facilius potentia movebit, quippe quæ motum multò velociorem motu ponderis habebit, pro Ratione longitudinis Radij plus semidiametro cylindri, ad eandem cylindri semidiametrum.

Ad hoc fortasse genus revocari possunt Scytalæ oneribus promovendis subjectæ, de quibus dictum est lib. 4. cap. 9; cum harum capitibus aptè perforatis immittuntur ferrei aut lignei vectes, quorum ope scytalæ ipsæ convertuntur, atque incumbens onus dum ad aliam atque aliam orbitæ partem accommodatur, promovetur. Quo enim longioribus vectibus utimur, potentia circa cylindri centrum multò velocius movetur quàm impositum saxum, cujus motus æqualis est conversioni peripheriæ. Nam quod motus absolute sumptus sit aliquantulo major, quia centrum ipsum promovetur, nihil refert, quia motus hic & cylindro subjecto, & oneri, & Potentiæ communis est.

Præter Succulam Radiis infixis instructam, cujusmodi ea est, quæ ad hauriendas è puteis aquas vulgò usurpatur (quamquam ob radiorum brevitatem & ipsius Axis crassitudinem non admodum potentiaë momenta augeantur) forma alia cæmentariis maximè familiaris est ad attollenda saxa, lateres, & calcem, duplici manubrio in oppositas partes disposito, ut quædam conatum constans similitudo servetur, dum altero suum manubrium deprimente, suum alter elevat: cum enim vi brachio-

rum

deorsum connitentium facilius contingat depressio, quàm elevatio, si manubriorum inflexio ad eandem partem collocaretur, uterque simul deprimendo facilius axem converteret, at uterque simul elevans aliquid amplius laboris subiret; alternis autem elevationibus atque depressionibus labor temperatur. Cæterum quod ad potentiæ momenta attinet, parum interest, quam positionem manubria habeant vicissim comparata; spectatur videlicet singulorum longitudo & cujusmodi motum potentia manubrio applicata describat: Sic manubrij longitudo GH , hoc est potentiæ apprehendentis HO distantia perpendicularis ab axe cylindri, qui convolvitur, attendenda est, & cum ipsius cylindri, semidiametro comparanda, ut Ratio motus Potentiæ ad ponderis motum innotescat, ac proinde Potentiæ momentum definiatur.



Hinc apparet pro ipsius GH longitudine ad cylindri axem productum perpendiculari augeri momenta potentiæ; perinde namque se habet, ac si infixus esset cylindro Radius KI ipsi GH æqualis; quia ut KI ad KE semidiametrum, ita GH ad KE , & ambitus à potentia in H descriptus ad ejusdem cylindri ambitum. Quare non leviter allucinantur, qui manubrij longitudinem GH non rectam, sed in hemicyclum curvatam volunt quasi hinc plus aliquid momenti potentiæ conferretur; quamvis enim circuli semiperipheria sit saltē diametri sesquialtera, potentiæ applicatæ motui non semiperipheria, sed diameter legem statuit: alioquin si ex ipsa manubrij inflexione momenta augerentur, satius esset non tantum semiperipheriæ, sed majori circuli segmento simile esse manubrij; id quod si experiri voluerint, tantum abest, ut movendi facilitatem acquirant, ut potius momenta minui sentiant; nam in circulo maximam lineam esse diametrum, & quod majorum segmentorum arcus majores sunt, minui subtenas chordas, ex 15. lib. 3. nōrunt ipsi Elementarij.

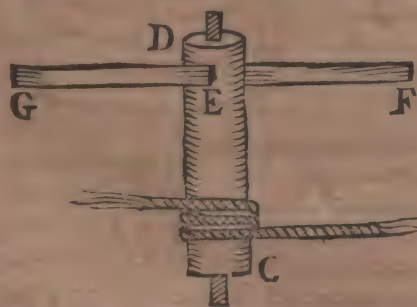
Hac igitur manubrij longitudine perpensâ, non solum non est eorum æqualitas religiosè servanda, verum author essem cætementarij, ut manubriorum alterum paulò longius constituerent; cum enim ut plurimum inæquales sint operarum vi-

T t t

vires, si æqualia sint manubria, qui infirmior est, plus subit laboris, quàm ferre possit: at si alterum paulo longius sit, debiliorem illi applicari oportebit, ut minore incommodo præscriptum opus perficiat. Quòd si contingat ab unico homine convertendam esse succulam, non erit contemnendum laboris compendium, si possit longiore manubrio uti.

Quamvis autem nullus statuatur finis conversioni, quia funis ductarius succulam non circumplectatur, eadem manet Ratio. Si enim axi polygono insitens catena singulis palmaribus, aut majoribus intervallis adnexos globulos aut discos habeat tubo, per quem transeunt, congruentes, qui intra tubum aquam intercipientes dum ex succulæ conversione attolluntur, aquam pariter elevat, secumque rapiunt, perpetua fieri potest conversio; pondus autem, quod movetur, est aqua tubum implens. Ubi aliquorum imperitiam castigare oporteret, qui manubrij longitudinem (quæ ipse non sine incitæ admiratione vidi, narro) minorem semidiametro axis, cui catena insitit, constituent, & operarum laborem frustra augent, dum minor est potentie motus, quàm ponderis. Quid enim paulo majorem longitudinem manubrio non tribuunt? minùs scilicet laborantes operæ concitatiùs axem volverent, & globuli celerius elevati minus aquæ elabi sinerent.

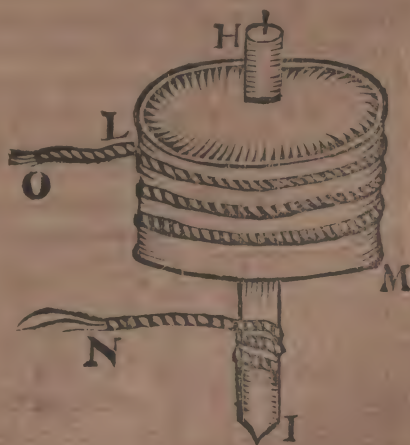
Jam verò ad Ergatam, quæ modicum à succulâ differt, transeamus, cujus usus potissimùm est in trahendis oneribus, quanquam illâ etiam, adhibitâ videlicet trochleâ, ad onera attollenda uti possimus, & frequenter utamur. Quemadmodum autem in succulæ positione est cylindrus ut plurimùm horizonti parallelus, ita in Ergatâ statuitur horizonti perpendicularis. Cy-



lindro enim DC ita firmato, ut vel circa extremos polos, vel in loculamento congruo converti possit, additur vectis GEF (aut etiam plures vectes eidem cylindro infiguntur) cui applicata Potentia dum cylindrum circa suum axem versat, funemque

nemque convolvit, adnexam sarcinam adducit. Æstimatur autem potentia momentum ex ejusdem Potentiæ distantia ab axe cylindri, comparata cum ipsius cylindri semidiametro: quantus nimirum funis cylindrum circumplectitur, tantus est oneris adducti motus, qui ad potentia motum eam habet Rationem, quæ inter cylindri ambitum circularem, & peripheriam Radio EF, aut EG, descriptam intercedit. Cum verò hujusmodi vecti EF tanta tribui possit longitudo, quantam ferre possit spatium; in quo Potentia movetur, patet longiore vecte momentum potentia pro arbitrato augeri posse. Verum quidem est plures potentias eidem vecti EE applicatas inæqualia habere momenta pro Ratione inæqualium distantiarum ab axe cylindri.

Sed illud maximè commodum accidit in Ergatâ, quod hic jumentorum ope hominum laborem minuere licet, dum illa extremo vecti alligata, & in gyrum acta cylindrum convolvunt; à quibus tamen subsidium petere in succulæ convoluzione non possumus; nisi fortè cylindrum horizontalem Verticali peritrochio inferamus, & extremam crassioris peritrochij orbitam funis circumplectatur; qui dum jumento trahente evolvitur, cogat cylindrum converti, funemque, cui sarcina adnectitur, circa cylindri orbitam convolutum attollere pondus. Id quod etiam præstare valemus, si trahendum sit onus, neque in locum inducere liceat jumentum: nam perpendiculari cylindro HI peritrochium, seu tympanum LM horizonti parallelum circumponitur, & pluribus spiris tympano circumducitur funis, quem in O jumentum trahens quamvis procul positum explicat, atque cylindrum convertit, ac propterea onus in N adnexum adducit.



Porro in funis ductarij circumvolutione circa succulæ aut Ergatæ cylindrum observandum est, non esse necesse totum funem circumvolvi, illique adnecti; nimis enim multus aliquando esset, & non leve afferret incommodum; ut satis constet, cum solvendæ sunt anchoræ, si crassum illum rudentem totum cylindro circumduci opus esset, ut anchora è maris fundo extrahatur. Satis igitur est, si funis duplici aut triplici spirâ cylindrum circumplectatur, quando ingentia pondera movenda sunt; hæc siquidem valdè resistunt, & ita funis circa ipsum cylindrum constringitur, ut illum validè premat, nec facile possit excurrere, maximè si cylindrus non fuerit exquisitè tornatus; nimius scilicet partium se se mutuo contingentium affrictus, qui cum cylindri superficie fieri deberet, perinde resistit, atque si funis paxillo aut annulo esset idem cylindro adnexus. Quare satis fuerit, si puer funem in conversione explicatum colligat.

Ex dictis tum hoc, tum superiori capite, satis constet, quænam longitudo statuenda sit Radio, cui potentia data applicanda est, si pariter cylindri semidiameter, & oneris gravitas detur. Nam si fiat ut data Potentia ad datam ponderis gravitatem, ita data cylindri semidiameter ad quæsitam Radij longitudinem, habetur longitudo sufficiens ad sustinendum pondus in aëre suspensum. Quare pro arbitratu augeatur longitudo Radij, & cum facta jam sit major Ratio motus potentia ad motum ponderis, quàm sit Ratio gravitatis ponderis ad virtutem potentia sustinentis, illa poterit propositum pondus movere. Sic quoniam in navibus ad proram jacet horizonti parallelus versatilis cylindrus (aut potius hexagonum seu octogonum prisma) cujus extremitas decrecentibus crenis denticulata incumbentem ligneam regulam singulis subinde crenis excipit, ne ponderis vi in contrariam partem retroagi valeat, & cylindro circumducitur rudens (*Pisma* ab aliquibus dicitur) ex quo anchora pendet; nec habere potest plures Radios perpetuò adnexus, quos videlicet spatij angustia ferre non possent, ideò foramina quædam habet, quibus, ubi opus fuerit, inseruntur vectes. Ut vectium longitudo statuatur, anchoræ gravitas cum adjecto ligneo transversario considerata est, quæ est ferè sub trecentupla gravitatis navis vacuæ, ut constat ex iis, quæ lib. 4. cap. 17. innuimus.

innuimus. Navis autem capacitas (hoc est pondus, quod navis gestare valet, & æquale est gravitati navis in aëre) vel per dolia, seu amphoras aquæ, quam sine incommodo ferre potest, numeratur, ut solent Galli & Angli singulis doliis navalibus libras bis mille tribuentes, vel per pondera, quæ Hollandis atque Germanis *Last* dicuntur, singula librarum saltem quatuor millibus definita (nam *Last* Hamburgi continet libras 4554, Amstelodami, si sit triticum habet lib. 4800, sin autem filigo lib. 4200, Stevinus verò lib. 3. staticæ pop. 10. singulos modios definit lib. 360) & singulis libris uncia sexdecim, seu *Lotones* 32, hoc est semuncia tribuendæ sunt. Quare data navis capacitas ex. gr. doliorum 400, multiplicetur per lib. 2000; & sunt. lib. 800000, quarum pars trecentesima lib. 2666 est ferè pondus anchoræ cum ligneo transversario. Possunt autem non plures applicari vèctes quàm quatuor, ideòque singuli quartam ponderis partem elevare debent, hoc est lib. 666. Si fuerit igitur cylindri semidiameter $\frac{3}{4}$ pedis, & vis potentie (quia ipsa corporis gravitas vèctem premit) sit elevandi lib. 100, fiat ut 100 ad 666, ita $\frac{3}{4}$ pedis ad pedes ferè quinque; & hæc erit quæsitæ longitudo Radij, cui potentia applicanda est.

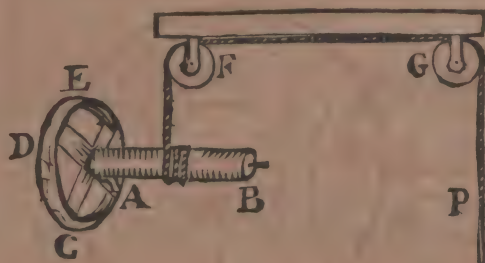
CAPUT III.

*Tympani à calcante circumacti vires
expenduntur.*

Tympana, quæ Græcis *πεπαιροι*, Latinis retentâ vocabuli interpretatione *Grues* dicuntur, hoc differunt à Succulâ, quòd ab hominibus non brachiorum contentione, sed corporis calcantis gravitate moventur. Horum autem frequentissimus est usus tum in Hollandiâ tum in Germaniâ juxta fluvios navigabiles, ut ingentia pondera è navibus extrahant, & in ripâ deponant: quamquam & ad alios usus fa-

Ttt 3

cilè traduci possint, si apto loco collocentur. Cylindro A B



versatili, & horizon-
ti parallelo; ac ritè
firmato, ampliorem
rotæ peripheriam
C D E circumponi-
mus ex latioribus af-
seribus compactam,
ut unus saltem ho-
mo ingredi valeat;
qui dum ex C in D

ascendere conatur, sua gravitate deprimens tympanum, cy-
lindrum pariter convertit, ductariumque funem convolvit,
qui per orbiculos F & G superiori trabi exporrectæ connexus
transiens, cum onere in P connectitur, atque adeò ex Cylin-
dri conversione attollitur pondus, etiamsi à machinâ ipsa ab-
sit, quantum trabs exporrigitur. Si placuerit eidem cylindro
duplex tympanum, aut unicum valdè amplum apponere, lice-
bit, ut plurium hominum operâ in elevando onere uti pos-
simus.

Machinæ hujus vires eò majores esse, quò major est semi-
diametri rotæ ad cylindri semidiametrum Ratio, satis mani-
festum est ex iis, quæ sæpissimè dicta sunt; major est enim
potentiæ motus, quò amplior est rota. Cavendum tamen ne,
quemadmodum in succulâ atque Ergatâ, ita etiam hîc omnino
ex ipsa semidiametrorum rotæ & Cylindri Ratione definiantur
potentiæ momenta: hîc scilicet potentia tympanum movens est
insita homini gravitas deorsum connitens; in succulâ autem
atque in Ergatâ potentia movens est impulsus ab animali facul-
tate impressus, ac in gyrum directis. Quapropter in succulâ, at-
que in Ergatâ cùm eadem sit potentiæ directio similiter appli-
cata in quocumque situ, eadem manent in conversione poten-
tiæ momenta: at hominis tympanum calcantis non eadem sem-
per sunt vires, sed quo magis ascendit versùs D, augentur ejus
momenta; quia videlicet perinde est, atque si à centro ad
punctum orbitæ, in quo est gravitas calcans, ducta esset linea;
ibi enim momentum descendendi est ut Sinus declinationis à
perpendiculari, juxta dicta lib. 1. cap. 15.

Sit

autem retrahitur juxta mensuram BS, & in I juxta mensuram BV, ac propterea ibi momentum remanet ut SE, hic ut VE. Perinde autem se habere momentum in G ad pondus, atque si esset libra curva GEF, & ab alterâ extremitate F diametri cylindri, duceretur recta FG secans in R perpendicularem EH, manifestum est, quia ex 2. lib. 6. ut SE ad EF, hoc est OE, ita GR ad RF. Quod si tympani orbitam limbus hinc & hinc ambiat, cui teretes paxilli inserti veluti gradus scalas constituent, quibus homo non solum insistat pedibus, sed quos etiam manibus apprehendat; observare oportet, pedibusne tantum premat subjectum tympanum, an ex manibus quasi suspensus pendeat. Nam si in eodem perpendiculo non sint paxillus, cui insistit, & is ex quo dependet, valde disparia sunt momenta. Si verò non planè rectum sit corpus, sed quasi procumbens inclinetur, tunc potentiæ locus definitur à perpendiculo transeunte per centrum gravitatis ipsius hominis. Id quod dicendum pariter, quando tympano includitur canis (nam & à cane ingens tympanum versari vidi, quo in Solarium attollebatur non mediocris cista linteis recens ablutis plena) cujus gravitatis centrum spectandum est, ejusque distantia à perpendiculo transeunte per tympani centrum.

Hinc si ex navi aliæ atque aliæ sarcinæ hac machinâ extrahantur, is qui tympanum versat, etiam si omnino non videat onus extra machinæ domunculam positum, facile pronuntiabit majorne? an minor sit secundæ sarcinæ gravitas comparata cum prior: quò enim magis ascendere cogitur in tympano, eò major est oneris gravitas; quærenda nimirum sunt momenta majora ex positione, ut majore intervallo absit à perpendiculo EH transeunte per E centrum. Simili ratione, si inter duos homines quæstio oriatur uter illorum gravior sit, facile litem dirimes, si alter post alterum ingrediatur tympanum, ut idem onus attollat; qui enim magis ascendere cogitur, minus habet gravitatis, ideoque majora momenta quærit ex positione. Quanta autem sit oneris gravitas, dignoscetur ex artificio statim indicando. Unum hic quasi per anticipationem addendum, quod ad finem duclarium spectat; præstat scilicet ejus extremitatem unco extremæ trabi infixio adnecti, & per orbiculum cum onere conjunctum transire, atque hinc per orbiculos G & F ad cylindrum deduci: hac enim

enim ratione attollendi facilitas geminatur, ut clariùs patebit ex iis, quæ sequenti libro de Trochleâ dicentur.

Ut igitur innotescat, quanta sit proximè oneris gravitas observandus est in tympano locus, ubi homo illud calcans facit cum pondere æquilibrium: quando scilicet eò venerit, ut paulo altius ascendens incipiat attollere pondus: Quoniam verò huiusmodi pondera ea sunt, ut in iis exiguæ differentię contemnantur, exquisita quædam accuratio omnino supervacanea esset, si singulas, aut pauculas libras ad calculos revocandas esse censeremus, cum sæpè non nisi per centenas libras eorum gravitas definiatur. Primum ex centro E in ipsâ limbi crassitudine describatur circuli peripheria B C H: id quod facillè fiet funiculo extento, & axem F R O complectente; quo funiculo circumducto stylus in extremitate colligatus describet peripheriâ.

Deinde si nota non sit accurata semidiametri mensura, quæ peripheriæ sextantem accipiat, punctum unum, quod placuerit, statue, ex quo peripheriam in partes aliquotas (quascunque tandem opportunitas dederit) dividere incipias: nam per numerum partium divisus gradibus 360, statim patebit, quot gradus singulæ partes contineant, quas aliquotas assumpsisti. Partem igitur unam in gradus sibi congruentes tribue; eorum enim mensura in consequentem arcum translata, quoties oportuerit, demùm integrum Quadrantem in gradus 90 divisum dabit. Ponamus commodam accidisse divisionem peripheriæ in partes 15: divisus gr. 360 per 15, quotiens 24 indicat numerum graduum parti decimæ quintæ tribuendorum. Quare partem unam bifariam divide, & intervallum gr. 12 inter punctum divisionis & assumptum punctum, ex quo divisio incipit, iterum divide bifariam, ut parti uni cedant gradus 6: his iterum bifariam divisus, habetur partis aliquotæ primò assumptæ pars octava gr. 3. hanc in tres æquales partes distribue, & singulorum graduum mensura manifesta est. Acceptis itaque tribus partibus decimis quintis addantur gradus 18, & habebitur integer peripheriæ Quadrans in gradus 90 distributus, qui adeò notabiles erunt, ut etiam gradus partes, cuiusmodi est semissis, triens, & quadrans satis clarè dignosci queant.

Tertiò. Quia non arcus H G, sed semidiametri pars E S consideratur, ut dictum est, concipe semidiametrum E B in partes

V u u

aliquotas distributam, primum in duas, deinde in tres, in quatuor, & deinceps, prout opportunum accidet, ita tamen, ut non venias ad partem aliquotam minorem semidiametro Axis: Id quod deprehendes, si assumptam chordam subtensam gradibus 60, in illud genus partium aliquotarum, de quo dubitas, diviseris, & in semidiametro B E incipiendo ab extremitate B illas acceperis; si enim postrema pars aliquota residua major sit semidiametro Axis, aut illi æqualis, non est justo minor. Igitur ex Canone Sinuum exquire arcum singulis partibus, incipiendo à centro tympani, congruentem, & in peripheriâ descriptâ atque in gradus distributa arcum inventum ex Canone designa notâ partis aliquotæ $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ &c. ut statim appareat, quo loco intelligatur posita potentia sive in semisse, sive in triente, sive in quadrante semidiametri, sive in ejusdem besse aut dodrante &c. Factâ siquidem comparatione inter distantiam potentiæ à centro, & Axis semidiametrum, innotescet Ratio ponderis ad potentiam in tympano calcantem. Ponamus itaque tympani semidiametrum distinctam in partes 10, ita ut Axis semidiameter E O ad E B sit ut 1 ad 10: possunt commodè omnes partes intra decimas reperiri, pro ut in adjectâ tabellâ oculis subijcio, in qua licet minuta secunda exprimantur, ut innotescat etiam alios in usus, quibus Sinubus quinam arcus respondeant: in præsent

[Partes Radii]	Gr. 1. 11.	[Partes Radii]	Gr. 1. 11.	[Partes Radii]	Gr. 1. 11.
$\frac{1}{2}$ 50000	30. 0. 0	$\frac{1}{7}$ 14285	8. 12. 46	$\frac{3}{9}$ 22222	12. 50. 22
$\frac{1}{3}$ 33333	19. 28. 16	$\frac{2}{7}$ 28571	16. 36. 6	$\frac{4}{9}$ 44444	26. 23. 15
$\frac{2}{3}$ 66666	41. 48. 36	$\frac{3}{7}$ 42857	25. 22. 40	$\frac{5}{9}$ 55555	35. 44. 55
$\frac{1}{4}$ 25000	14. 28. 40	$\frac{4}{7}$ 57143	34. 51. 0	$\frac{6}{9}$ 77777	51. 3. 26
$\frac{3}{4}$ 75000	48. 35. 26	$\frac{5}{7}$ 71428	45. 35. 0	$\frac{7}{9}$ 88888	62. 44. 0
$\frac{1}{5}$ 20000	11. 32. 14	$\frac{6}{7}$ 85714	58. 59. 50	$\frac{8}{9}$ 10000	5. 44. 22
$\frac{2}{5}$ 40000	23. 34. 40	$\frac{1}{8}$ 12500	7. 10. 50	$\frac{1}{10}$ 30000	17. 27. 28
$\frac{3}{5}$ 60000	36. 52. 10	$\frac{2}{8}$ 37500	22. 1. 30	$\frac{2}{10}$ 70000	44. 25. 40
$\frac{4}{5}$ 80000	53. 7. 50	$\frac{3}{8}$ 62500	38. 41. 0	$\frac{3}{10}$ 90000	64. 9. 30
$\frac{1}{6}$ 16666	9. 35. 38	$\frac{4}{8}$ 87500	61. 2. 40	$\frac{4}{10}$ 100000	90. 0. 0
$\frac{5}{6}$ 83333	56. 26. 20	$\frac{5}{8}$ 11111	6. 22. 46		

tamen

tamen opere prorsus inutilis accideret tam exquisita accuratio: satis quippe est circiter illum gradum ejusque minuta prima rotam appingere, indicem partis, vel partium semidiametri tympani.

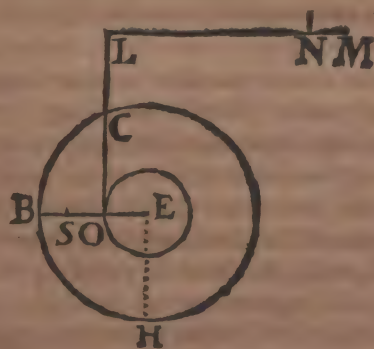
Quartò. Funiculum Axis insistentem, & facile excurrentem ita dispone, ut plumbeus globus in ejus extremitate pendulus intendat funiculum ipsum, qui in tympani limbo designet punctum, per quod transit linea perpendicularis ab Axis centro in horizontem descendens. Tum ab hoc puncto usque ad punctum, ubi fit æquilibrium, sumatur intervallum, atque transferatur in Quadrantem gradibus distinctum: Nam punctum, in quod ab initio Quadrantis cadit altera observati intervalli extremitas, indicabit notâ in limbo prænotatâ, quorâ semidiametri parte distet à tympani centro gravitas calcans ipsum tympanum, ex. gr. $\frac{2}{5}$ aut $\frac{4}{7}$. Cum igitur jam innotuerit Ratio semidiametri Axis ad semidiametrum tympani, scilicet ex hypothese $\frac{1}{10}$, fiat ut fractio index Rationis semidiametrorum, ad fractionem in limbo notatam, ita gravitas calcantis tympanum ad gravitatem ponderis, cum quo facit æquilibrium, videlicet ut $\frac{2}{10}$ ad $\frac{2}{5}$, ita gravitas hominis, puta lib. 250, ad gravitatem oneris lib. 1500. Hinc patet in puncto D, per quod transit linea OD tangens Axem & parallela perpendiculari EH ex centro demissæ, æquilibrium esse inter gravitates omnino æquales, ac proinde minimum pondus esse æquale gravitati hominis calcantis: Nam si inter H & D fieret æquilibrium, pondus levius esset quàm homo, & communi statera facile potes assequi illius gravitatem. Maximum autem pondus est illud, quod indicat semidiameter tympani ad semidiametrum Axis, homine nimirum sue gravitatis vires exercente in B, ac propterea gravitas ponderis ad gravitatem hominis in B esset ex. gr. in Ratione decuplâ.

Illud tamen hic perpende, quòd, si homo calcans in B, aut indè pendens, non volvit Axem, atque adeò non attollit pondus adnexum, non constat, an sit æquilibrium, idem enim accideret etiam, si pondus esset multò majus; ac proinde neque constat de ejusdem ponderis gravitate nisi hoc, quod sit ut minimum decupla gravitatis hominis, quia nimirum nunquam il-

V u u 2

lud movebit; nam ascendens homo ex B versus C minora semper obtinet momenta, quàm in B. Hoc autem ubi contingerit, & velis exploratam habere oneris gravitatem, assume pondus aliquod notæ gravitatis, quod adnectere valeas oræ tympani aut in B, aut eo loco, ut deinde homo calcans infra B, attollat pondus: ubi enim demum fiat æquilibrium, duplex institue ratiocinium, alterum quidem ratione hominis, alterum verò ratione gravitatis additæ: inventi siquidem termini simul additi indicabunt quæsitam oneris gravitatem. Sic si assumptum pondus sit lib. 36, & homo calcans sit lib. 250, fiat autem æquilibrium homine existente in X, pondere verò in G; sumptis intervallis XH & GH, atque translatis in Quadrantem inveniantur pro homine $\frac{2}{10}$, & pro pondere $\frac{4}{7}$. Fiat primò ut $\frac{1}{10}$ ad $\frac{2}{10}$, ita lib. 250 ad lib. 2250: deinde ut $\frac{1}{10}$ ad $\frac{4}{7}$, ita lib. 36 ad lib. 288: igitur summa lib. 2538 indicat ponderis gravitatem. Quòd si funis ductarij extremitas sit adnexa extremæ trabi, ut indicatum est, atque transeat per orbiculum ponderi conjunctum, inventus numerus lib. 2538 duplicandus est & sunt lib. 5076.

Ex his fortasse alicui placeat stateræ LM vires augere addito tympano hujusmodi EB ut supra prænotato. Nam firmatâ



cui congruit funis OL, quando statuta est horizonti parallela; ut hinc dignoscatur, quo in loco tympani, dum convertitur, contingat æquilibrium. Demum cum nota sit Ratio MN ad NL, componatur cum Ratione semidiametri Axis ad partem semidia

semidiametri tympani, ex. gr. EO ad ES ; & habetur Ratio gravitatis hominis tympanum calcantis ad gravitatem oneris, quod in M expenditur. Sit EO ad ES ut $\frac{1}{10}$ ad $\frac{4}{5}$, & MN ad NL ut 2 ad 25; Ratio composita est ut $\frac{1}{5}$ ad 20, hoc est ut 1 ad 100. Igitur pondus in M expensum est, ut minimum, centuplum gravitatis hominis; nam addenda præterea est gravitas respondens gravitati brachij LN longioris ipsius stateræ.

Si verò neque tympano, quod ab homine intus calcante premitur, neque adeò incerto facomate, cujusmodi est varia hominum gravitas, uti volueris, aut potius non ingentes facinas, sed onera mediocria expendere placuerit, paretur CBH discus ligneus parvulum axem habens ad centrum E , & in eo descripta sit peripheria circuli CBH , atque adnotatum punctum C , per quod funiculus OL transit, quando stateræ jugum LM est horizonti parallelum. Tum converso disco ita, ut LO transeat per C , dimisso perpendiculo insistente Axi, notetur in peripheria punctum H , per quod transit perpendicularis à centro E . Deinde ex H versùs B ascendendo accipiantur gradus juxta superiorem tabellam, affixis notis indicibus partium, similiter ac de tympano dictum est. Demum facoma certæ gravitatis, puta unius aut alterius libræ, ita disponatur, ut per disci ambitum ex H versùs B excurrere possit, & cochleâ firmari, ubi æquilibrium contigerit: Aut potius singulis Quadrantis gradibus, aut saltem punctis partium notatis, claviculos infige, qui inferi possint annulo facomatis. Nota enim Ratio semidiametri axis EO ad disci semidiametrum EB indicabit, quid faciendum sit juxta dicta, ut gravitas ponderis in M suspensi innotescat. At si volueris Quadrantem HB in suos 90 gradus distribuere, & uti Canone Sinuum, priùs innotescat Ratio semidiametri axis ad Radium in partibus Radij: deinde fiat ut partes Radij axi congruentes, ad Sinum Rectum graduum, ubi sit æquilibrium, ita Sacoma appensum ad gravitatem ponderis, quod expenditur.

CAPUT IV.

An Axis in Peritrochio inveniatur etiam sine tractione.

HActenus ductarij funis conversionem circa Axem convolutum consideravimus, ex quo oritur ponderis fune connexi tractio: sed numquid non etiam ad hoc genus machinæ aliqua revocari possunt, quibus non quidem trahitur pondus, sed aliqua resistentia superatur?

Occurrit autem primo loco antiquus servorum metus Pistrinum, in quod detrusi frumentum tundere cogeantur mola versatili, sive in nostrarum Moetrinarum speciem ac similitudinem metam congruo Catillo impositam manu truderent, ac circumagerent, sive ingentem lapideum discum perpendiculari cylindro coagmentatum versarent asellorum vicarij laborioso muneri succedentes, cum Vectis cylindro ad angulos rectos infixi extremitatem aut traherent, aut propellerent: Cujusmodi machinæ genere nos quoque utimur in frendendis leguminibus, & in contundendis seminibus, ex quibus demum oleum prælo exprimitur. Et hinc quidem non ipsius molaris lapidis gravitatem movendam attendimus, quippe qui ipsius machinæ pars est; sed potissimum corporis a mola compressi resistentia consideranda est, quæ nimirum vincenda proponitur. Oritur autem hæc resistentia ex corporis obterendi aut contundendi durtiæ, in quod incurrit scabra molæ circumactæ superficies; cum verò illud incumbenti lapidi se subducere non possit, à lapidis gravitate & potentiæ impetu cogitur dissilire in partes. Quia igitur potentiæ cum machinâ connexæ motum impedit illa granorum aut nucleorum frangendorum durties, comparanda est distantia potentiæ moventis à centro motus, cum distantia corporis comminuendi; & quò major est huiusmodi intervallorum Ratio, majora pariter sunt potentiæ momenta.

Hinc vides, cur in trusatili mola (quam mediocrem esse oportet,

oportet, ne nimio labore frangatur molitor in immani saxo ver-
sando, catillus quidem planus est, meta verò, quâ catillum
reipicit, non omnino subiecto plano congruit, sed cavam ob-
tusissimi coni superficiem æmulatur: ut scilicet integra grana
per medium foramen immissa inter utrumque lapidem interci-
piantur non procul à centro, à quo potentia abest, comminu-
ta autem peripheriam versùs accedant ad angustiora spatia,
quò magis obterantur: cum enim integra grana magis fractio-
ni obsistant, quàm comminuta, integris frangendis majora de-
bentur potentiæ momenta, comminutis in minuscultas particu-
las redigendis minores vires sufficiunt. In molâ autem Asina-
riâ ubi lapideus discus in plano Verticali constitutus sub-
jectum catillum modicè excavatum vix extremo ambitu con-
tingit, eadem ferè est semper distantia à centro motûs, nisi
quatenus ipsius molæ crassitudo partem aliam centro motûs pro-
piorem, aliam remotiorem habet: porrò grana illa, quæ lapi-
dum contactui, vel quasi contactui, propiora sunt, validius te-
runtur, quàm quæ magis ab eodem contactu recedunt: sed
hoc nihil ad præsentem disputationem attinet, nisi quatenus la-
pidis partes remotiores subiecta grana agitantes, atque tunden-
tes crassius, majorem Rationem ad potentiæ motum habent in
suâ convolutione, quàm partes ejusdem minùs à centro
remotæ.

Haud dissimili ratione, si ex chalybe ellipticum sphæroides
obliquis striis modicè asperum, quasi in limæ speciem, congruo
loculamento interiùs pariter asperato includatur, ita tamen, ut
spatium, quo sphæroides à loculamento distat, paulatim à lati-
tudine in angustias se se contrahat; axi verò sphæroidis supe-
riùs producto addatur manubrium, quo arrepto converti pos-
sit in gyrum; grana piperis, aut similia superiùs immissa levissi-
mo negotio comminuentur: quorum scilicet durities si cum
potentiæ viribus conferatur, resistentiam habet maximam pro
Ratione semidiametri transversæ Ellipsis ad manubrij longitu-
dinem: initio autem, quia grana minùs ab axe distant, minùs
resistunt, si cætera fuerint paria, hoc est, si modicè comminu-
torum durities, integrorum duritiei omnino respondeat; nam
minor distantia à centro motûs minorem habet Rationem,
quàm distantia major ad eandem manubrij longitudinem.

Par

Par erit philosophandi ratio, si tympanis non idem centrum habentibus inclusa aqua ex interioris tympani conversione ad angustias redigatur, atque compressa exprimatur ex tubo; cuiusmodi fortasse fuit veterum Hydracontisterium; de cuius formâ non est hic disputandi locus; nam manubrij à potentiâ commoti longitudo comparanda est cum distantia peripheriæ tympani aquam comprimentis à centro, circa quod perficitur motus, ut momentorum Ratio perspecta sit; aqua scilicet dum impellitur, atque exprimitur, resistit.

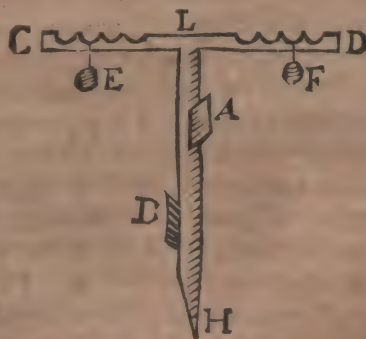
Ad hæc porro inversus quidam Axis in peritrochio usus considerandus est, quando videlicet potentia non peritrochio, sed ipsi Axi, applicatur; id quod tunc potissimum contingit, cum potentia viribus abundat, motui autem, qui efficiendus est, non admodum resistit corpus, quod vel modicè impellendum est, vel in orbem circumducendum. Certum quippe est potentiam Axi applicatam tardiùs multò moveri, quàm peritrochij peripheriam, pro Ratione semidiametrorum Axis & Peritrochij, ac proinde licet impetus amplioris peripheriæ partibus impressus imbecillior quodammodo sit, ut pote distractus, satis tamen esse ad vincendam levem resistantiam. Hinc quoniam ferrum cotis tritu extentatur, eoque faciliùs, quò celerius cos movetur, qui restituunt obtusas cultorum aut novacularum acies, lapidem ex cotariâ eductum in discum rotundant, ut circa axem centro infixum versatilis circumagi possit. Quamvis autem non rarò eidem axi cohæreat manubrium, quo circumducto rotatur lapis, ut tamen minori labore adhuc etiam velociùs rotetur, sapienter instituerunt amplioris rotæ absidi excavatæ funem insistere, qui rotulam eundem cum lapide axem habentem circumplectatur, ut minor hæc rotula amplioris rotæ ductum sequens secum pariter rapiat cotem; cuius peripheria, cum adnexam rotulam valdè excedat, velociùs quoque movetur. Quantum verò motus hic, celeritate suâ, potentiæ motum superet, faciliè constabit, si motuum singulis membris convenientium ratio ineatur. Sit ex. gr. manubrij longitudo ad amplioris rotæ semidiametrum subquadrupla, hæc autem semidiameter ad rotulæ semidiametrum sit octupla: demum rotulæ eundem cum cote axem habentis semidiameter sit subtrippla semidiametri ipsius cotis. Igitur puncti in cotis peripheriâ
notati

notati motus triplo velocior est motu similis puncti in rotulæ peripheriâ: rotulæ motum definit funis, qui in convolutione explicatur, hic enim pariter majoris rotæ motum metitur: octies ergo rotula, & cum eâ lapis rotatur, dum amplior rota semel in gyrum agitur. Quoniam verò rotæ semidiameter est ad cotis semidiametrum ut 8 ad 3 ex hypothesi, dum punctum in rotæ peripheriâ notatum movetur velocitate ut 8, simile punctum cotis movetur velocitate ut 24. Atqui motus rotæ cum motu potentia manubrio applicatæ comparatus est ut 4 ad 1, ex hypothesi; igitur si duæ Rationes 1 ad 4, & 8 ad 24 componantur, erit Ratio motus potentia ad motum cotis ut 1 ad 12. Sunt hic itaque duo Axes in Peritrochiis suis compositi, & Potentia Axibus applicata intelligitur; cum enim in Verticali plano lapis ipse versetur super polos læves atque politos, non admodum repugnat motui; impressus autem impetus aliquandiu manens potentiam ipsam juvat.

Simile quiddam observandum occurrit in horologiorum motu, quæ in turribus statuuntur: nam cylindrum horizonti parallelum circumplicat funis, quo vi ponderis descenditis explicato, circumagitur rota eidem axi infixæ: ex hac in consequentes rotas derivatur motus semper velocior, qui demum temperatur ex quadam motus retardati & brevissimæ morulæ vicissitudine, cum postremæ rotæ dentes in ferræ modum conformati fusi, cui Tempus adnectitur alternis motibus agunt. Primum enim dens rotæ superior in pinnulam A incurrens eam

impellit, axemque HL convertit unâ cum transversario CD & adjunctis globulis plumbeis E & F, qui similem arcum describunt, ac pinnula A, sed longè majorem; propterea pro ratione gravitatis globulorum, eorumque distantia ab axe, HL, etiam

major vis requiritur, adeoque impeditur, ac retardatur motus rotæ dentatæ, & cum eâ reliquarum rotarum, atque ipsius pon-



X x x

deris, à quo totius machinæ motus initium sumit : qui si fuerit justo velocior, globuli E & F remouentur ab L, sin autem justo tardior, admoventur, ut modò major, modò minor sit resistentia. Deinde quia globuli E & F ex impulsu pinnulæ A impetum conceperunt ad certam plagam directum, pergerent illorsum moveri, quamdiu impressus impetus perseveraret, nisi in eâ conversione inferior pinnula B occurreret inferiori denti rotæ ferratæ: hinc fit vi hujus impetûs brevissimam morulam inferri conversioni rotæ, quæ eandem pinnulam urgens ipsos quoque globulos in contrariam plagam reflectit. Posse autem adeò exilibus viribus morulam inferri tanto ponderi descendent, paulò inferius manifestum fiet, ubi de Rotis dentatis in unam machinam compactis disseretur; illud saltem palam est, si morulam nullam admittas, resistentiam esse non solum pro gravitate globulorum, eorûmque distantia, verum etiam pro ratione impetûs impressi in antecedenti impulsione. Quare globuli iidem quando moventur impulsâ pinnulâ, rationem habent ponderis peritrochio adnexi, & potentia impellens pinnulæ, hoc est axi, applicatur: Contrâ verò ad retardandum, aut tantisper coërcendum motum ponderis, quod pinnulæ applicatum intelligitur, iidem globuli vi impetûs sibi impressi rationem habent potentia peritrochio applicatæ.

Quoniam verò hic horologiorum mentio incidit, cur in illis, quæ secum quisque ad perpetuum usum ferre potest, catenula seu nervus cono, non cylindro, circumducatur, manifestum est: quia scilicet chalybea lamella, à qua motûs origo est, initio in spissiore spiram contracta suam vim elasticam exerens validius conatur se restituere, trahensque catenulam, seu nervum FE, totum conum DEC eique connexam rotulam dentatam AB in gyrum agit;

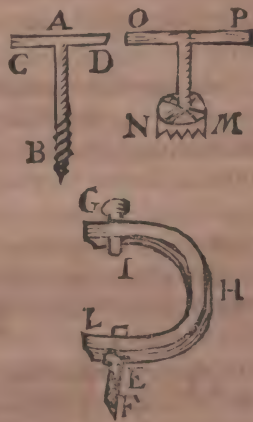


cum verò illa fuerit in paulò laxiores spiras explicata, languidiùs conatur, atque catenulam, seu nervum, trahens jam non propè verticem cono, sed magis ad basim, eandem rotam AB circumagit. Cum igitur motus potentia propè verticem cono, ad motum rotæ AB minorem habeat Rationem, quàm ad eundem rotæ motum motus potentia in latiore cono parte (ibi enim brevior, hic majorem

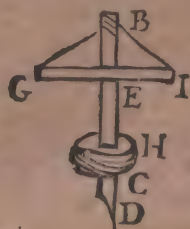
jorem gyrum perficit) ut quædam motûs æquabilitas in horologio servetur, opportunum fuit potentiæ validiùs conanti majorem opponi resistentiam, minorem verò languidiùs conanti: nam si catenula non conum, sed cylindrum circumplecteretur, eadem semper esset motuum mensura atque Ratio, sed inæquales vires elasticæ motum inæqualiter velocem efficerent.

Huc pariter revocandas esse Terebrarum vires vix cuiquam dubium esse potest, quarum quò ampliora sunt manubria, majores pariter esse vires constat; quandoquidem potentia ampliorem circulum describit, dum terebræ acies minimo motu ligni aut metalli particulas, in quas incurrit, abscondit. Quæcumque demum sit terebræ forma, sive ejus apex in cochleam striatam exacutam desinat, ut AB manubrium habens CD rectum, sive in aciem obliquam aut planam, aut modicè excavatam exeat ut EF, manubrium autem LHI inflexum habeat circa GI versatile (quam Zerebram Gallicam aliqui Itali appellant) sive ferrea lamina in orbem convoluta, & inferiùs denticulata, ut MN, manubrio transverso OP coaptetur: Similiter semper est momentorum Ratio desumenda aut ex transversarij CD longitudine ad crassitiem cochleæ striatæ B, aut ex distantia puncti H à lineâ transeunte per GIEF ad integram seu dimidiatam aciei F latitudinem (prout extremum punctum F in mediâ aut in extremâ latitudine positionem habet) aut ex manubrij OP longitudine ad diametrum circularis ferræ NM: partes autem subjecti corporis abscondendæ, ut illud perforetur, habent rationem ponderis movendi eò difficiliùs, quò validiore nexu illæ invicem conjunguntur.

Eadem erit philosophandi methodus in eo terebræ genere, cui nos Itali proximè ad Græcum vocabulum *τροπανον* accedentes nomen fecimus. Teretis baculi BC extremitati C



additur chalybea cuspis C D ita in punctum desinens, ut ad



aliquam latitudinem oblique ascendat pro ratione semidiametri foraminis, quod maximum artificis animus destinavit. Inferior baculi pars infigitur sphæroidi H, & transversarium G I in medio E ita perforatum est, ut facillimè per insertum baculum excurrans sursum deorsum agitari possit: cum enim extremitates G & I adnexum funiculum habeant pertingentem usque

in B, hoc circa baculum contorto transversarium non procul abest à B, quod si deprimatur, explicatur funiculus, & baculus in gyrum agitur pariter cum infixa cuspidè; qua sensim ac leniter minimas subjectæ laminæ metallicæ particulas abradente, demùm sæpiùs repetitâ transversarij sursum deorsum agitatione, atque adeò celeri terebellæ conversione, foramen patet. Quamvis autem artificis manus applicetur medio transversario in E, quod deprimat; potentia tamen intelligitur applicata superficiei baculi medio funiculo illum circumplexo, perinde atque si inter utramque palmam alternis moribus adductam atque reductam idem baculus convolveretur: tantòque major est potentia sic applicatæ motus, quanto excessu baculi ambitus superat terebellæ subjectam laminam abradentis gyrum. Quoniam verò potentia, hoc est manus, movetur descendendo, ejus motus comparandus est cum multiplici convolutione baculi, quæ fit, dum explicatur funis.

Sed & alia potentia hic consideranda occurrit: adjunctum enim sphæroides H, quod mediocriter grave statuitur, non solum suo pondere juvat, ut cuspi paulò pressius adhæreat subjectæ laminæ, verùm etiam concepto in convolutione impetu dum explicatur funis, pergit ad easdem partes moveri, explicatùmque funem iterum circa baculum contorquens cogit transversarium G I ascendere versùs B, quo vicissim ab artificis manu depresso in contrarias partes volvitur. Impetus igitur sphæroidi H impressus, dum illud movet, rationem habet potentia cuspidem in gyrum contorquentis, cujus momenta ex distantia ab axe, circa quem efficitur motus, definienda sunt.

CAPUT

C A P U T V.

*Axium in suis peritrochiis compositione vires
augentur.*

C O ntingere potest, & quidem non rarò, ad servandam peritrochij & axis cum pondere & potentiâ analogiam, tam ingens tympanum aut manubrium Axi coaptandum esse, aut loci angustia commodè illud non patiantur, aut non nisi majore dispendio, quàm sit operæ pretium, tam ampla machina parari, aut congruè disponi queat. Quid enim, si spectatâ potentiæ validioris virtute centuplum onus sustollendum proponatur? an crassiori Axi, qui satis firmus sit, rotam aut tympanum cujus diameter centupla sit diametri Axis, adjungemus? quanto id incommodo futurum esset, quantâque subsidia comparare oporteret, ut tam immanis machina citrà luxationem subsisteret, & congruo pegmati inniteretur, nemo non videt. Satiùs itaque fuerit, insistendo iis, quæ lib. 2. cap. 7. dicta sunt, machinam, quam ad centuplam altitudinem augere incommodum accideret, componere, pluribus Axibus cum suis peritrochiis invicem ritè coaptatis.

Statuendus primùm est Axis, cujus soliditas oneris gravitati sustinendæ respondeat, longitudo circumflexas ductarij funis spiras commodè capiat. Deinde tympanum eligatur, cujus diameter ad constituti cylindri diametrum eam habeat, quæ placuerit, Rationem, modò illa sit majoris inæqualitatis, ut manifestum est: sit ex. gr. quintupla, & cylindri crassities palmaris ponatur. Sed quoniam proposito ponderi attollendo impar est potentia applicata machinæ resistentiam gravitatis in Ratione solùm quintuplâ extenuanti, alium adhibe Axem suo Peritrochio infixum (vel quem fors tulerit antè in alios usus paratum, vel secundùm destinatam Rationem elaboratum) cujus ductarius funis ipsi quidem Axi congruo loco jungatur, sed tympanum prioris Axis circumplectatur, ut in convolutio-

X x x 3

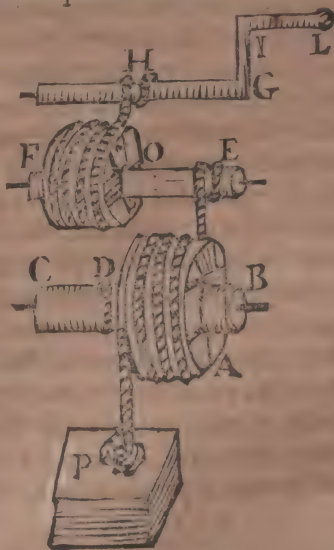
ne secundi Axis evolutus tympano illi motum conciliet, adeoque etiam ponderi. Duas igitur Rationes, quas singula Peritrochia ad suos Axes habent, compone, ut potentiae secundo Peritrochio applicatae momenta innotescant. Sit Ratio hæc posterior ex. gr. quadrupla; & Ratio, quæ ex quadruplâ & quintuplâ componitur, est vigecupla, quæ adhuc minor est, quam oporteat. Quare, cum ex Ratione centuplâ Ratio vigecupla subducta relinquat Rationem quintuplam, tertium Axem cum manubrio quintuplæ longitudinis ad ejusdem Axis semidiametrum similiter appone, & erit ex his tribus Rationibus composita Ratio centupla quæsitæ. Quia enim potentia manubrio huic applicata movetur quintuplo velocius, quam punctum, cui illa in secundi Axis tympano applicaretur, hoc verò quadruplo velocius, quam simile punctum in tympano prioris Axis, potentia movetur vigecuplo velocius, quam si applicaretur tympano prioris Axis: huic autem tympano applicata moveretur quintuplo velocius quam pondus: igitur manubrium illud versans potentia movetur centuplo velocius quam pondus: id quod fieri oportebat, ut proposita gravitas in altum attolleretur.

Placeat jam triplicem hunc Axem cum unico illo comparare, qui solus adhiberetur, si machina simplex esset, & non composita: ille siquidem si palmaris diametri esset, adjunctum tympanum haberet altitudinis palmarum centum; in quo construendo quàm multâ materiâ opus esset, quantoque artificio compingenda, ne suâ mole labefactata dissolveretur? Triplex autem hic Axis cum suis duobus tympanis, & manubrio (præterquam quod multipliciter disponi potest pro loci opportunitate, & potentiae moventis commodo) non solum ad altitudinem palmarum viginti nō assurgeret, sed longè infra illâ subsisteret, à quocunque artifice nullo negotio construeretur, ab alio in aliū locū facillimè trāsferretur, levique dispēdio pararetur, ut cuique cōsiderāti obviū est.

Hoc autem, quod in tribus Axibus explicatum est, de pluribus etiam dictū intelligatur: nam si Rationes singulæ peritrochij ad suum axem considerentur, & simul componantur multiplicando invicem omnes Rationum terminos Antecedentes, item omnes Consequentes, ut habeatur novus Antecedens & novus Consequens, apparebit Ratio motus potentiae ad motū ponderis, adeoque gravitatis ponderis ad virtutem potentiae. Ex quo patet quoscumque

cumque Axes oblatos utiles esse posse, modò Peritrochiorum ad suos Axes Ratio innotescat, siue similes sint, siue dissimiles Rationes, siue multiplices, siue superparticulares, siue superpartientes: demum enim, si quid desit ad quæsitam Rationem, addi potest certus Axis cum manubrio ita, ut Ratio quæsitæ expleatur. Sint quinque Axes in suis Peritrochiis omnino similes, & singuli contineant Rationē decuplā: quinque Rationes 10 ad 1 invicem ducantur, & erit motus Potētia ad motū ponderis, ut 100000 ad 1; ac propterea quo conatu Potentia solitaria moveret talentum, ac machinā composita movebit centum millia talentorum. Sint item quinque Rationes, 10 ad 1, 20 ad 7, 8 ad 3, 9 ad 2, 4 ad 1 (quocumque ordine inter se disponantur) omnes Antecedentes invicem ducti faciunt novum Antecedentem 57600, omnes autem Consequentes invicem ducti dant novum Consequentē 42; quare Ratio Composita est 57600 ad 42, hoc est 9600 ad 7: & potentia valens attollere libras 7, hac machinā compositā attollet libras 9600. Quod si oporteret moveri libras decies mille ab hac eadē Potentiā, auferatur Ratio 9600 ad 7 ex Ratione 100000 ad 7, & relinquitur Ratio 700 ad 672, hoc est 25 ad 24: quare addendus esset sextus Axis cum manubrio, cujus longitudo ad Axis semidiametrum esset ut 25 ad 24, & potentia eadem huiusmodi manubrio applicata attollere posset libras 10000.

Illud habere videtur incommodi hæc Axium compositio, quod magnam vim funium tympana circumplectentium exigat, qui scilicet singulorum tympanorum motui respondeant. Cum enim tympani A diameter sit quintupla Axis B C ex hypothesi, ejus motus est quintuplo major motu ponderis P, ac proinde funis, qui tympani limbum complectitur, quintuplo longior esse debet fune P D, hoc est motu ponderis; cujus funis tympano A circumducti caput cum Axe E F connectitur, circa



quem in motu convolvitur. Quoniam verò tympanum O ex hypothesi diametrum habet quadruplam diâmetri sui Axis E F ejusque motus est ad motum sui Axis quadruplus, funis circumplectatus tympano O quadruplus est funis, qui circa Axem E F convolvitur, ac propterea etiam vigecuplus funis D P; adeo ut, ubi totus funis evolutus fuerit, atque circa axem H G convolutus, pondus sublatum usque in D intelligatur. Ex quo fit potentiam manubrio I L applicatam, quia I G longitudo est quintupla semidiametri Axis G H, adhuc quintuplo velocius moveri quàm tympanum O, cujus motum metitur evolutio funis illud circumplectentis; atque idcirco Potentia in I movetur centuplo velocius quàm pondus P. Quare si adhuc quartum Axem addere oporteret, & loco manubrij G I tympanum suo fune instructum apponeretur, funis ille esset ipsius P D centuplus; atque ita deinceps pro tympanorum & Axium multiplicatione juxta singulorum Rationem augetur funium longitudo.

Verum pro tantâ funium longitudine non est tympanorum limbo enormis amplitudo tribuenda, ut eos capiat; quia scilicet quò longiores exiguntur hujusmodi funes, eò etiam tenuiores atque exiliores esse possunt: Si enim funis D P oneri attollendo par constat funiculis contortis invicem ex. gr. centum, funis qui tympanum A complectitur, non nisi quintam ponderis partem resistentem habet, hoc est ipsum pondus P subquintuplo minore resistentiâ repugnans potentiâ per tympanum A retinenti: ac proinde si funium firmitatem funiculorum numerus metitur, satis validus erit funis constans ex funiculis viginti. Similiter funis complectens tympanum O, quia pondus resistentiam subvigecuplo minorem habet, satis firmus censebitur, si ex quinque funiculis invicem contortis confletur. Quod si justo tenuiores timeas hujusmodi funes, licebit adhuc paulò crassiores adhibere. Illud certè manifestum est multo minores sufficere, quàm sit funis D P.

Ne autem tympanis limbi amplitudinem funis circumducti capacem temerè constituas, singulorum funium crassitudo consideranda est, ut eorum diameter innotescat, & longitudinis ratione habitâ spirarum numerus inveniat, per quem ducta funis diameter dabit necessariam limbi amplitudinem; quæ si justo minor esset primum spirarum ordinem secundus ordo circumplectere

cumplecteretur: & quamvis initio hinc major aliqua movendi facilitas oriretur (aucta scilicet peritrochij diametro) tamen evoluto secundo hoc spirarum ordine diameter peritrochij diminuta majorem crearet movendi difficultatem; maxime si circa Axem convolutus funis spirarum ordinem pariter geminaret, atque adeò Axis diametrum augetet. Funes itaque quasi cylindri considerandi sunt, quorum crassitudinis diametri sunt in subduplicatâ basium Ratione; ac propterea inter ipsas crassitudines numeris definitas inveniendus est numerus medio loco proportionalis, & hic indicabit tenuioris funis diametrum, quemadmodum primus numerus major ponitur pro diametro crassioris funis. Sic quoniam funis DP est ex hypothesi ut 100, & funis circa tympanum A subquintuplæ crassitudinis est ut 20, inveniatur inter 100 & 20 medius $44\frac{72}{100}$ proximè, & diametri funium erunt proximè in Ratione 100 ad 45. Quare quam amplitudinem requirunt 45 spiræ maximi funis DP, eandem exigunt 100 spiræ minoris funis attributi tympano A, si uterque funis circa eundem cylindrum convolvatur. Sed quia perimenter tympani A quinques continet perimetrum Axis BC, unica tympani spira quinque Axis spiris æquatur secundum longitudinem, & centum spiræ tympani quingentis Axis spiris respondent, si lineæ longitudo spectetur: satis autem est, si longitudinem spirarum 225 circa Axem, ille funis tympani obtineat, quia longitudo illa est ad funis DP longitudinem 45 quintupla. Propterea tympani limbus minorem exigat amplitudinem, quàm sit spatium, quod in Axe BC occupatur à convoluto fune DP: nimirum à limbo contineri oportet sui funis circumplectati spiras 45; satis igitur fuerit dimidiata amplitudo.

Simili methodo tympano O limbi amplitudinem definies: quoniam enim funis crassitudo ad crassitudinem funis DP est subvigecupla, inter 100 & 5 medio loco proportionalis $22\frac{16}{100}$ proximè inveniatur; & est diameter funis tympani O ad diametrum funis DP ut $22\frac{16}{100}$ ad 100. Quare si circa eundem cylindrum uterque funis convolveretur, quod spatium spiras funis DP 45 contineret, tenuioris hujus funis spiras saltem 201 comprehenderet. Ponamus tympani O perimetrum esse ad pe-

Yyy

rimetrum Axis BC ut 4 ad 1 : igitur limbus tympani O si eandem habeat amplitudinem, quam funis DP occupat in suo Axe BC, capiet sui funis spiras 201, quæ in unam longitudinem extensæ constituunt longitudinem, quæ ad longitudinem spirarum 45 funis DP est ut 804 ad 45. Sed quia longitudo illius funis est vigecupla longitudinis funis DP, debet esse ut 900 ad 45; idè adhuc maiorem exigit amplitudinem, ut adhuc spiras 24 aut 25 supra ducentas obtineat. Quod si Axis EF subtilior sit quàm Axis BC, & tympani O diameter ad sui axis EF diametrum quadrupla sit, jam tympani perimetre ad perimetrum Axis BC habebit minorem Rationem quàm 4 ad 1, ac proinde ejus limbum adhuc ampliorem constitui necesse est.

Quare si Axis BC diameter sit palmaris, spiræ 45 funis DP convoluti elevabunt pondus P ad altitudinem palmarum circiter 141, quanta nimirum esset ipsius funis convoluti longitudo: funis circa tympanum A longitudo esset palmarum saltem 705, & funis circa tympanum O longitudo palmarum 2820. Hinc quamvis præter primum Axem BC oneri sustinendo parem, reliqui consequentes Axes EF, & GH, & si qui alij adhuc sint, possint in minorem soliditatem extenuari; si ponderis resistentia attendatur, quia tamen, quò subtiliores sunt, frequentioribus etiam spiris circumplicantur, ex quo fit ut plures spirarum ordines fiant, adeoque Axis diameter aucta minuat momentorum Rationem; præstat exiles Axes non studiosè quærere, nisi fortè necessitas aliqua iis uti suadeat. Quamquam & huic incommodo occurrì potest, si, quemadmodum in Ergata usu funem paucis aliquot spiris circumductum, dum in conversione evolvitur, puer agglomerat, ita etiam hîc funem tympanorum A & O quatuor aut quinque spiris circa Axes E & H convolutum puer colligeret: hoc enim pacto non contingeret, ut primum spirarum ordinem alter spirarum ordo superinductus circumplecteretur.

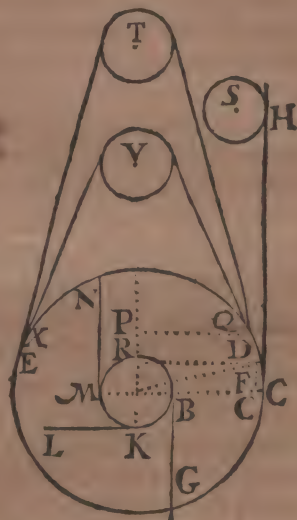
Porro ne tantam funium vim comparare cogamur, & ampliore limbo tympana circumscribere, haud sanè ineptum censerem, si pro eorum more, qui novaculas obtusas acuunt, ut aliàs innui, funis in sese rediens unâ aut altera (aut etiam triplici, si opus fuerit) spirâ tum Axem, tum subjectum tympanum arctè complecteretur: sic enim fieret, ut Axe convuluto etiam sub-

jectum

jectum tympanum voveretur ; idémque funis perpetuo ordine à tympano in proximum Axem & ab Axe in tympanum succedens quantolibet motui perficiendo sufficeret. Et ut omne periculum submoveatur , ne funis excurrat, satius est tùm Axis, tùm tympani ambitum non in cylindricam superficiem expolire, sed angulis asperum esse. Quod si aliquando languidior funis non adeò pressè complecteretur Axem & tympanum, spongiam aquâ imbutam ipsi funi admove, & intentus fiet.

Demùm in hujusmodi Axium compositione non sine animadversione prætereundæ videntur mutua Axium positio, atque distantia, qua secundus Axis à primo tympano abest. Sit

Axis A in Peritrochio CDE, atque ex fune perpendiculari BG dependeat onus, & GB Tangens cum Radio AB constituat angulum rectum ABG. Producatur recta AB usque ad tympani peripheriam in C, & sit ad angulum rectum Tangens CH, cui adnexa intelligatur potentia per axem S trahens, atque tympanum CDE convertens ; ex cuius conversione convolvitur Axis AB versùs I, & pondus ascendit. Verùm secundus Axis S cum primo tympano comparatus non hanc solum positionem obtinere potest, ut superior sit, sed etiam constitui potest ad latus ita, ut funis ductarius cadens in hori-



zontem ad perpendicularum sit KL, Tangens verò HC sit hori-
zonti parallela ; aut ita disponi possunt, ut Axis A superiore
loco, Axis S inferiore loco statuatur, & funis pondus retinens
sit MN, cui parallelus sit funis CH. Quamcumque ex his
tribus positionem habeat Axis secundus S, sive superior, sive
ad latus, sive inferior sit (modò linea CH vel parallela sit li-
neis ductarij funis BG aut MN, vel parallela lineæ AK jun-
genti centrum Axis cum puncto conti. tûs perpendiculari KL)

Yyy 2

eadem habere videtur momenta; quia punctum C, cui applicata intelligitur potentia, juxta potentiae directionem simili Ratione accedit versus potentiam comparatè ad ascensum puncti Axis, cui applicatur pondus, ac est Ratio semidiametri tympani ad semidiametrum Axis. Concipiamus enim in convolutione punctum C venire in F, punctum verò B in I: punctum igitur C sequens potentiae directionem accedit versus potentiam juxta mensuram Sinûs arcûs CF, hoc est OF, quemadmodum punctum B contrà directionem gravitatis ponderis ascendit juxta mensuram Sinûs arcûs BI: sunt autem hi sinus arcuum similium similiter positorum in Ratione Radiorum AC ad AB. Atqui sive in K, sive in M intelligatur pondus, ascensus illius est æqualis ascensui BI; ergo ad illos, ut pote huic æquales, accessus puncti C ad potentiam, qui est OF, eandem habet Rationem, quæ est Radij AC ad Radium AB.

At verò si Axis secundus sit T, potentia non intelligitur applicata tympano in C, sed in F, ubi circulum tangit recta TF; nec ejus directio FT est parallela directioni ponderis BG, sed obliqua, adeò ut quamvis F veniat in Q per arcum æqualem arcui CF, quia tamen non est similiter positus, punctum F sequens directionem potentiae accedit versus potentiam accessu, quem metitur RP; est autem RP minor quàm AR, hoc est OF, ut ex doctrinâ Sinuum constat; igitur accessus RP ad ascensum BI habet minorem Rationem, quàm accessus OF ad eundem ascensum BI. Potentia igitur volvens Axem T in lineâ TF obliquâ minora habet momenta, quàm in parallelâ HC. Similiter si Axis fuerit V propior quàm Axis T; linea VD tangit circulum in D puncto remotiore quàm F, à puncto C; ac propterea datâ arcûs æqualitate adhuc minor est accessus in D quàm in F, multoque minor quàm in C, & idcirco minorem habet trahendi facilitatem. Quare quò propior est Axis secundus, si tractio sit obliqua, ut TF & VD, plus laboris requiritur in movendo.

Neque hoc mihi inconsiderantiæ tribuas, quod assumpserim arcus CF & BI perinde atque si idem esset motus, ac quando funis HC esset firmiter alligatus in C, & ejus caput veniret ex C in F; cum tamen alia semper atque alia pars funis aliis subinde peripheriæ tympani partibus respondeat, in quibus fit ad
angulum

angulum rectum cum diametro contactus, dum ille evoluitur. Eatenus enim notabilem arcum assumpsi, quatenus ob oculos ponenda erat momentorum Ratio: Ceterum satis scio non adeo notabiles arcus, ut CF & BI, considerandos esse, sed eorum particulam minimam, sive centesimam dicas, sive millesimam aut decies millesimam: eadem scilicet erit Ratio Sinuum, qui respondent minimis arcibus similibus ac similiter positis, qui nimirum incipiunt à C & B, atque Sinuum respondentium maioribus arcibus similibus ab iisdem punctis C & B incipientibus. Id quod pariter de punctis F & D comparatis cum puncto B, aut K, aut M dicendum: Nam quæ inito semel motu intercedit momentorum Ratio inter potentiam & pondus ratione positionis, eadem in toto motu perseverat. At si funis non evolveretur, sed puncto C esset firmiter colligatus, in tractione ex C in F subinde mutarentur Potentiæ momenta, fierentque semper minora, adeo ut demum perirent, & nulla essent, ubi in rectam lineam coalescerent Radius AC & funis HC.

Hæc quæ de secundo Axe funem primo tympano circumductum evolvente dicta sunt, facile traduci possunt etiam ad funem in se se redeuntem, cuiusmodi esset funis FTEF, aut DVXD: nisi enim funis contingat tympanum in puncto semidiametri transeuntis per contactum Axis & funis ductarij (hoc est in C extremitate semidiametri AC transeuntis per B, aut M) ita ut sit funi ductario parallelus, aut in puncto semidiametri parallelæ funi ductario KL, consultius erit, cæteris paribus, axem secundum esse remotum ut T, quam proximum ut V: in proximo enim lineæ DV & XV productæ coirent in angulum majorem, quam lineæ FT & ET, ac propterea comprehensus arcus DX minor est arcu FE. Cæteris, inquam, paribus; si videlicet in eadem rectâ lineâ intelligantur trium Axium centra A, V, T; nam si in lineâ eadem jungeretur centra AT non esset V, sed recederet ita, ut funis tympanum contingens minus obliquus esset, sed magis accederet ad parallelismum cum lineâ BG, aut cum Radio Axis AK, quamvis Axis V propior esset, quam Axis T, plus tamen haberet momenti ratione directionis potentiæ minus oblique trahentis.

Cave autem, ne hîc in latentem quendam æquivocationis scopulum incurras, si fortè permixtim accipias ponderis elevationem atque ejusdem suspensi retentionem, ne recidat; hæc enim duo opposito modo contingunt, & quæ minor funis obliquitas causâ est facilioris elevationis, eadem difficiliorem efficit retentionem: nam pondus B retinetur à potentiâ C, absque eo quod potentia ullo conatu urgeat polos, quibus axis & peritrochium incumbit, ideò pondus totas suas vires exerit adversus potentiam sursum directè trahentem: at verò in F aut in D potentia sursum obliquè trahens tympanum versus centrum quodammodo urget, & quidem eò magis, quò magis obliqua est tractio; ac proinde pondus non solum vincere debet potentiæ vires, sed etiam resistantiam ex illâ pressione ortam; quæ quò major est pro majore declinatione à parallelismo cum lineâ BG, aut Radio AK, majorem quoque potentiæ tribuit retinendi facilitatem. Hinc quando secundus Axis est in inferiore loco, & potentiæ trahentis directio deorsum tendit, magis premuntur poli, quia & à potentia deorsum conante, & à ponderis gravitate urgentur, & quidem eò magis, quò magis potentiæ deorsum trahentis directio accedit ad lineam directioni ponderis MN parallelam, aut ultra illam excurrit se quodammodo invicem decussando. An non exesâ publicorum puteorum marmorea labra aliquando observasti, quæ diuturno atque frequentissimo usu à funibus, quibus aqua hauritur, detrita sunt? Utique aquam in situlâ sursum trahentis labor minor esset, cæteris paribus, si solum situlæ & aquæ gravitatem vincere oporteret, quàm si præter hanc etiam superanda sit resistantia, quæ ex funis conflictu cum marmore oritur. Sed quia deinde hoc eodem conflictu efficitur, ut quando tractio alternis morulis intercitur, retentio minorem potentiæ conatum exigit; propterea etiam trahentes faciliè patiuntur resistantiam augeri, ut aliquantulo laboris compendio gaudeant, quoties placuerit quietem aliquam captare.

Quamquam non negaverim rudes fœminas atque pueros hoc in opere, naturâ duce, quærere etiam in trahendâ sursum situlâ non leve laboris compendium: si enim rectâ, intacto putei labro, funis sursum trahendus esset, id utique solâ brachio-

rum

rum contentione perfici posset; sed ubi funis labro innititur, non solum contentis brachiorum musculis trahunt, sed etiam inclinato retrorsum corpore hoc efficiunt, ut ipsa corporis gravitas nonnihil conferat, quo potentia animalis viribus fiat additamentum. Ex quo manifestum est resistantiam illam ex pressione ortam & difficiliorem efficere tractionem, & faciliorem retentionem: ac proinde lapsum putarem, qui trahentis potentia momenta aestimaret ex majore retinendi facultate.

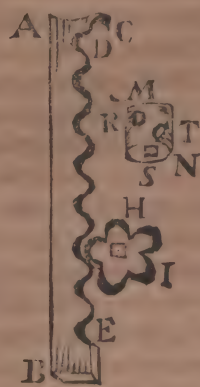
In his, quæ in posteriore hujus capituli parte disputata sunt de hac inæqualitate momentorum pro diversa positione axis secundi, mihi videor satis probabiliter philosophatus: verum si ad Rationes Vectis (ut pluribus placet) revocanda esset vis Axis in Peritrochio, quamvis aliqua satis commodè explicari possent, ubi Vectis est rectus, non omnia tamen, ubi Vectis curvus intelligendus est, congruam patiuntur explicationem, ut cuilibet rem attentè consideranti manifestum fiet; mihi enim hic non videtur operæ pretium in re parùm utili tempus contere; placuit tamen id obiter innuere, ut ipse tibi persuadeas inanem esse laborem, quo quis singularum Facultatum vires ad Vectem revocare conatur.

C A P U T VI.

*Tympanorum dentatorum usus & vires
exponuntur.*

Quæ hætenus tympana consideravimus, fune circumducto atque evoluta versantur; nunc genus aliud, cujus amplissimus usus est, contemplari oportet, tympana videlicet dentata, seu Rotas dentatas, in quibus sive fuerint simplices, sive compositæ, aut nullo prorsus fune indigemus aut illo tantummodo, quo pondus proximè trahitur, aut attollitur: dentes enim majoris atque minoris tympani, ubi plura componuntur, se mutuâ collabellatione mordentes se vicissim urgent,
pro

pro ut hoc aut illud tympanum habet originem motûs. Sit



chalybea lamina AB latis solida, in alterâ extremitate, quæ pondus respicit, modicè sinuata, ut in A, & in validum unicum recurva, ut in C; latus autem DE quasi ferræ in morem sit dentibus asperum. Tum rotula I paris saltem cum laminâ crassitudinis paretur dentes habens ita in orbem dispositos, ut hi in rotulæ circa suum centrum conversione dentibus laminæ subinde congruant: collocatis enim in apto loculamento rotulâ, atque laminâ (cujus tamen pars DC extet) adeò, ut hæc ex illius conversione liberè promoveri, illa circa suum axem, cui fir-

miter infixa sit, facilè versari valeat, circumducto axis manubrio ad latus extra loculamentum extante, urgeri poterit pondus, aut trahi: Nimirum si rotulæ conversio fiat ex H in I, propellitur extra loculamentum lamina, ejûsque extremitas A recedens à rotulâ urget pondus obvium: contrà verò si rotula convertatur ex I in H, laminam ad se intra loculamentum retrahit, & pondus unco C connexum ad se rapit. Hinc clariùs vides, quàm ut monendus sis, oportere in attollendo, aut propellendo pondere loculamentum aut ponderi suppositum firmo solo insistere, aut ponderi objectum solido repagulo inniti; in trahendo autem pondere, quod uncus C apprehendit, oppositam loculamenti extremitatem valido fime retineri.

Illud potiùs attentè perpendendum, quod in statuendis tùm laminæ, tùm rotulæ dentibus plurimum refert, utrùm rari, an spissiores sint laminæ dentes, ac proinde utrùm pauci, an plures insint ipsi rotulæ, cujus peripheria in conversione aptatur laminæ; hæc enim juxta numerum dentium rotulæ, quibus subinde coaptatur, promovetur, & cum ipsâ pondus pari velocitate aut tarditate movetur. Præstare autem pondus tardè, potentiam velociter moveri, quid opus est iterùm inculcare? Igitur quò minor erit rotula & paucioribus dentibus instructa, eodem manente manubrio, faciliùs movebitur pondus; quia ut semidiameter rotulæ ad manubrij longitudinem, ita motus ponderis,

ad

ad motum potentiae, & reciproce ita potentiae vis movendi, ad pondus. Quare ulterius manifestum est, si maiore potentiae virtute opus fuerit, spectata ponderis movendi difficultate, posse augeri manubrium, ut maiora sint potentiae momenta. Quoniam verò non semper in promptu est opportunum manubrium, suaderem extremum axis caput, quod manubrio inferitur, quadratum fieri, & longiusculum esse: loco autem vulgaris manubrij habeatur crassioris cylindri frustulum MN, in cuius imâ basi circa centrum excavatum sit quadratum foramen S ad excipiendum caput axis, & ipsius cylindri scapum penetrent foramina rotunda R, T, quibus pro opportunitate inferi possint baculi sive longiores, sive breviores. Porro cylindri crassitiem nihil obesse aperte constat, si quidem sola rotulae semidiameter attenditur ad definiendum ponderis motum comparata cum baculi longitudine, quatenus potentia ab axe rotulae distat.

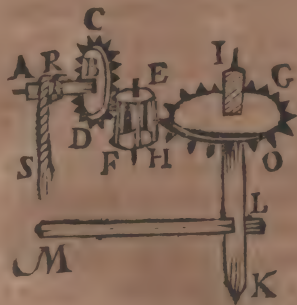
Quod si uno eodemque tempore duo pondera in oppositas partes dispellere, aut sibi invicem propiora fieri oporteat, similem alteram laminam priori parallelam in eodem plano sed contrario modo positam (ut scilicet extremitas similis ipsi ACD respiciat prioris laminae extremitatem B) in opposita rotulae parte colloca ad I, ut pariter laminae dentes rotulae dentibus implicentur: Quia enim circuli circa suum centrum circumacti partes adversae oppositis motibus cientur, etiam laminarum extremitates, quae pondus propellunt aut trahunt, in contrarias partes à rotula circumacta moventur, ita ut vel à se invicem recedant, vel ad se mutuò accedant.

Hoc idem quod laminae rectae dentatae tympano similiter dentato implicitae contingit, accideret pariter, si illius in circulum inflexae extremam oram dentes ambirent: quemadmodum enim recta lamina AB, tympani HI conversi ductum sequitur, ita illa in circulum conformata circa suum centrum moveretur à tympani dentibus impulsâ; est tamen ratio, ut duarum huiusmodi rotarum se invicem mordentium conversiones in oppositas plagas tenderent; si enim prioris rotae pars superior Occasum versus converteretur, posterioris rotae pars item superior Ortum versus convolveretur; & si adhuc tertia rota dentata adderetur, hæc iterum proximae adversata ad occasum pergeret; atque ita deinceps alternis conversionibus sibi vicissim respondentibus.

Z z z

Observandum est autem huiusmodi tympanorum, quæ dentata vocamus, multiplicem esse posse formam, eamque eligendam, quæ præstituto motui magis congruere videbitur: non solum enim pro maioribus tympanis assumi potest discus extremum limbum habens ferræ in morem denticulatim incisum, verum etiam in orbem infigi possunt paxilli dentium loco prominentes, sive peripheriam ipsam quasi radij exeuntes ambient, sive supra disci planum erigantur ad perpendicularum certis intervallis distributi. Hoc autem dentium insitorum genus non parum habet utilitatis præ dentibus illis quasi connatis: nam si longo usu dens aliquis atteratur, aut excutiat, facile restitui potest novo paxillo in prioris locum immisso; at non ita facile reparatur pars illa limbi denticulata, quæ facta est inutilis. Similiter pro minoribus tympanis non solum dentatas rotulas adhibere possumus suis axibus infixas, sed etiam uti licet aut paulò crassioribus axibus striatis, quorum excavatæ striæ majoris tympani dentibus congruant, aut vertebriis pariter striatis subtiliori axi infixis. Quando verò majus tympanum paxillos habet pro dentibus, tympanum minus illi respondens est Curriculum (quæ alij ex Italico idiomate *Rocchetum* dicunt) aliquot virgulis, ut plurimum ferreis ad firmitatem, capita duobus parallelis planis infixa habentibus constans, ita ut in majoris tympani conversione singulos paxillos excipiant singula virgularum intervalla, quibus propulsis curriculum convolvitur, & cum eo aut pondus ipsum, aut aliud tympanum movetur.

Sic contingere potest ut Axe A B attollendum sit pondus, & expediat uti jumento, quod tamen non nisi in plano horizontali moveri potest; tympanum autem C D, in quo est Axis A B horizontalis, est in plano Verticali. Ad tympani C D planam faciem aversam perpendiculares paxillos in ambitu statue, & Curriculum E F circa suum axem superius atque inferius firmatum versatilem adjice, cujus virgulæ congruis intervallis distinctæ tympani dentibus respondeant. Aliud item tympanum H G horizonti paralle



parallelum dentes habens ex peripheriâ extantes, & Curriculi E F virgulis aptè congruentes, infigatur axi perpendiculari I K, cui opportuno loco addatur vectis L M, ita ut in M commodè jungi possit jumentum: hoc enim progrediente, & tympanum ex G versùs O convolvente, dens H incurrens in virgulam curriculi E F illum convertit versùs tympanum C D, cujus pariter denti occurrens alia virgula, atque impellens cogit infimam tympani partem D ascendere, simulque Axem A B converti, & convoluto fune ductario R S attolli pondus.

Hæc tympanorum duorum & curriculi intermedij complexio si attentè perpendatur, non auget potentia momenta præter ea, quæ obtineret proximè applicata tympano C D ad convolvendum Axem A B: Nam si ponatur vectis L M non longior semidiametro tympani dentati H G, perinde est, ac si potentia in M posita existeret in G, æquali scilicet motu cum tympani H G peripheriâ moveretur. Curriculi autem E F motus æquè velox est atque motus tympani H G; licèt enim hoc sit majus, ille minor, tamen dum illud semel, hic sæpiùs convolvitur pro ratione diametrorum; adeò ut si tympanum H G habeat dentes viginti, curriculus strias quinque, hic quater volvatur ex unicâ tympani conversione: quapropter quatuor curriculi subquadrupli convolutiones uni conversioni tympani H G æquantur. Similiter & de tympano C D dicendum, cujus tantummodo dentes quinque respondentés quinque striis aut virgulis curriculi E F urgentur unicâ conversione curriculi ejusdem, & idcirco æqualis est utriusque motus, ac proinde etiam duo tympana C D & H G æqualiter moventur, & potentia in M applicata momenta eadem sunt, quæ forent, si tympano C D proximè applicaretur. Quamobrem, ut aliqua fiat momentorum accessio in potentiâ, oportet vectem L M statuere longiorem semidiametro tympani H G: tunc enim ex Ratione longitudinis L M ad semidiametrum tympani, & Ratione diametri tympani C D ad diametrum Axis A B, componitur Ratio, quæ definit momenta potentia; est scilicet Ratio motûs potentia ad motum ponderis.

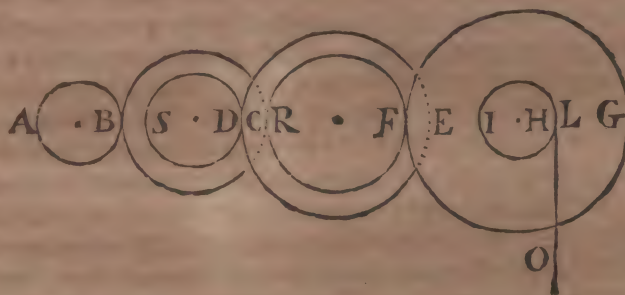
Ex quo satis vides eatenus addi tympanum H G, quatenus quærendus est jumento locus, ut in gyrum circumagi valeat: cæterum si tympanum C D cum suo Axe A B ita in superiore aut inferiore loco collocari atque firmari possit, ut nulli impedi-

mento sit jumento in inferiore aut superiore plano existenti & circumactio, satius est labori & sumptibus parcere omisso tympano H G, & circa crassio rem axem construere curriculum E F, cui axi opportunè adjungatur vectis L M, ut potentia ipsum curriculum immediate convertat; erit siquidem major Ratio ipsius vectis L M ad curriculum semidiametrum, quam ad semidiametrum tympani H G; ac proinde minore conatu indigebit potentia, ut Curriculum cum adjacentē tympano C D convertat.

Non alio quàm hujusmodi artificio videtur usus Anonymus, qui de Rebus Bellicis scripsit ad Theodosium Augustum ejusque filios Honorium, & Arcadium Cæsares, ubi liburnam proponit navalibus idoneam bellis, quam pro magnitudine sui virorum exerceri manibus quodammodo imbecillitas humana prohibeat, & quocumque utilitas vocet, ad facilitatem cursûs ingenij ope subnixâ animalium virtus impellit. In cujus alveo, vel capacitate bini boves machinis adjuncti, adherentes rotas navis lateribus volvunt; quarum supra ambitum vel rotunditatem extantes radij currentibus hisdem rotis in modum remorum aquam conatibus elidentes miro quodam artis effectû operantur, impetu parturiente discursum. Hæc eadem tamen liburna pro mole sui, præque machinis in semet operantibus tanto virium fremitu pugnam capeßit, ut omnes adversarias liburnas cominus venientes facili attritu comminuat. Quamvis, quæ demum machinæ essent, quibus boves adjungebantur, Author non exponat, facile tamen est opinari boves in superiore tabulato circumactio versâsse axem carinæ perpendiculariter insistentem, cui infra tabulatum rota dentata horizonti parallela infixa esset dentes habens in alterutra tympani facie, quibus subinde apprehenderet virgulas curriculum in plano Verticali convoluti, & infixi axi horizontali, qui utrumque navis latus permearet, & in extantibus extremitatibus rotas haberet cum palmulis prominentibus, quæ aquam in conversione verberarent. Potuerunt autem hujusmodi machinæ juxta liburnæ longitudinem multiplicari, prout ipsum schema ab Authore propositum exhibet. An verò hujus liburnæ, quam in Præfatione dicit *velocissimum liburnæ genus*, decem navibus ingenij magisterio prevalere, tantus impetus, tantæque velocitas esset, ut adversariæ liburnæ venientes facile comminuerentur, dispiciat lector, cui

cui otium fuerit, quemadmodum an nostris usibus navalibus artificium hoc aliquid utilitatis afferre possit.

Hinc manifesta fit illarum machinarum vis, quæ Pancratia Glossocoma, Charistia, & siquod est aliud vocabuli genus, dicuntur, ex plurium tympanorum complexione minorum & majorum, ita ut à minore tympano, cui manubrium additur, incipiat motus, & deinceps minora majoribus consequentibus motum communicent. Quandoquidem rotula minor dentata si comparetur cum rotâ majore, cum qua communem habet axem, utique tardius movetur, quàm peripheria rotæ majoris, cum qua connectitur: At verò si cum rotâ majore consequente comparetur, cujus dentes apprehendit, utique æqualis est ipsarum motus velocitas, nam plures minoris conversiones æquales sunt uni conversioni majoris, quam efficiunt. Sit rota dentata



A B, cujus axi firmiter infixum additum sit manubrium ejusdem rotæ semidiametri ex. gr. quintuplum, ac propterea potentia manubrio applicata quintuplo velocius movetur, quàm punctum in rotæ A B peripheriâ notatum. Addatur rota major B C, cujus dentes implicentur dentibus rotulæ B A: ex hujus conversione illa pariter convolvitur; sed si diameter B A sit diametri B C subtripla, ter rotula B A volvitur, ut rota B C compleat integram conversionem, ac proinde potentia quintuplo velocius movetur, quàm rota B C. Rota hæc major sibi connexam habeat in eodem axe minorem S D, quæ apprehendat dentes secundæ majoris rotæ D E; quæ similiter in eodem axe conjunctam habeat minorem F R: hujus dentes mor-

Z z z 3

deant peripheriam tertiæ majoris rotæ FG , in qua est Axis IH , ex cujus convolutione ductarius funis LO trahit pondus.

Ut potentiæ momenta habeantur, ejus motum cum ponderis motu collatum ad calculos revoca componendo Rationes, quas singulæ majores rotæ ad suas minores habent quo ad diametrum. Quare si manubrium ad semidiametrum rotulæ AB habeat Rationem quintuplam, diameter BC ad diametrum SD triplam, DE ad RF item triplam, & FG ad IH similiter triplam, compositis tribus Rationibus triplis cum Ratione quintuplâ, oritur Ratio 135 ad 1: atque adeò ut postrema rota FG & cum eâ Axis IH semel volvatur, prima rotula AB facit 27 conversiones; potentia autem manubrio applicata movetur quintuplo velociùs quàm suæ rotæ AB peripheria; igitur ponderis motus ad motum potentiæ est ut 1 ad 135. Porro fieri 27 conversiones manubrij apertè constat, quia hoc ter volvi ponitur, ut rota BC , atque adeò etiam SD illi connexa, semel convolvatur: & quia ex hypothese rotula SD tres conversiones habet, ut toti peripheriæ rotæ DE congruat, manubrium novies in gyrum agitur, ut rota major DE & minor RF semel convertatur: demum quia pariter ex hypothese rota minor RF triplici convolutione indiget, ut toti peripheriæ rotæ majoris FG respondeat, ut hæc unicam circuitiorem perficiat, viginti septem manubrij conversionibus opus est. Quare momentum Potentiæ manubrio applicatæ comparatæ cum rotulâ AB est ut 5, cum sequenti rotulâ SD ut 15, cum rotulâ RF ut 45, cum Axe IH ut 135.

Ne verò artifex hujusmodi rotas dentatas majores atque minores parare jussus inutili demùm labore se torqueat, monendus est, ut animum diligenter advertat, utrùm omnes majores rotas, item omnes minores, inter se æquales statuere velit, an inæquales; ex hoc enim ipsarum rotarum collocationem definiet, ne sibi vicissim impedimento sint. Finge enim rotulas DS & FR æquales esse, item majores BC & DE , atque alterno ordine positas, ita ut si rotula DS fuerit in parte anteriore suæ rotæ BC , vicissim rotula FR sit in parte aversâ rotæ DE : quemadmodum dentes minoris DS implicantur dentibus majoris DE , ita pariter dentes majoris BC implicantur dentibus

dentibus minores FR : igitur unica conversio majoris rotæ BC ter convolveret minorem rotam FR : atqui cum minore rotâ FR simul converteretur major DE in eodem axe ; igitur dum semel converteretur major rota BC , ter convolveretur rota major DE : hoc autem omnino fieri nequit, quia unica rotæ BC conversio est etiam unica conversio rotulæ minoris DS , hujus autem unica conversio respondet solum tertiæ parti conversionis majoris rotæ DE : plurimum igitur abest à trinâ conversione. Quare si hujusmodi æqualitas intercederet tum inter majores, tum inter minores rotas dentatas, oporteret minores rotas ad eandem partem respicere, ne rota major consequenti minori rotæ motum ullum communicare possit. Verum hoc fortasse alicui videatur incommodum, quod non ita aptè in suo loculamento hujusmodi rotæ collocari valeant, si rotarum majorum consequentium plana superimponantur planis antecedentium, id quod exigit ipsa minorum rotularum positio, si omnes partem eandem respiciant. Propterea inæquales fiant rotæ ita, ut alternatim positæ minores rotulæ occurrant quidem singulæ peripheriæ consequentis majoris, non attingantur autem à dentibus majoris rotæ antecedentis : hoc enim pacto in suo loculamento pressius firmanentur, & sunt quasi duo plana parallela, in quibus hinc rota minor inter duas majores, hinc verò rota major inter duas minores conspicitur.

Porrò minores rotæ in eodem axe cum majoribus dupliciter disponi possunt : primum ut major rota minori proxima sit, & earum plana se contingant; deinde ut aliquo inter se absint intervallo. Si minor majori cohareat, suaderem minores rotas ex lamina paulò crassiore fieri quàm majores; sic enim in loculamento ita disponuntur, ut plana majorum se omninò non contingant, ac proinde nullus sit partium se vicissim terentium conflictus, qui moram inferat motui. Sin autem quæ in eodem axe sunt rotæ, major & minor invicem distent, nullum quidem subest periculum ex mutuo affricu majorum, verum cavendum est, ne axis longior, quàm par fuerit, etiam sit infirmior; si nimirum axis longioris extremitates loculamento infixæ volvantur. Propterea aliter etiam disponi possunt, ita ut loculamentum validissimum sit, nec fractioni obnoxium, & facile ex alio in alium locum transferri valeat. Parentur axes rotundi, sed utraque

que extremitas quadrata sit, ut inferatur quadrato foramini, quod rotarum centro inest: tum tigni pars accipiatur crassitudinis tantæ, ut congruis foraminibus rotundis excipiat axium rotunditatem, extantibus hinc atque hinc extremitatibus quadratis. Deinde quadratas axis extremitates excipiant rotæ dentatæ alterno ordine, ut qua parte prior axis habet rotam majorem; secundus axis habet rotam minorem, & vicissim ille in opposita tigni parte habeat rotam minorem, hic majorem; illud semper præcavendo, ne rota minor secundi axis contingat peripheriam rotæ majoris primi axis; id quod fiet, si posteriores rotæ majores etiam paulò majorem semidiametrum habeant. Relinquitur autem artificis industria ita foraminum extremitates munire, ut nec axes ultrò citròque commeare valeant, rotis ipsis illos coërcentibus, nec nimio affricu tigni faciem rotæ circumactæ terant, interjecto inter tignum & rotam exiguo circulo, cum quo tritus omnis atque conflictus exerceatur.

Quamvis autem tria tantummodo tympana dentata præter primam rotulam manubrio affixam, brevitatis gratiâ, examinanda proposuerim, plura, & plura similia addi posse est manifestum, adeò ut omni arrogantia notâ vacent magnificæ illæ Mechanicorum propositiones, quibus se quodcumque etiam immane pondus moturos spondent, immò tellurem ipsam, si locus daretur statuendæ machinæ idoneus. Illud tamen incommodum vitari nullatenus potest, quod ex ponderis tarditate oritur: quâ enim fieri possit, ut gravitatis resistentia ex motûs tarditate minuatur, quin multo tempore opus sit ad pondus movendum? Idcirco unâ eadêmque operâ, qua potentiæ momenta inquiris componendo, Rationes, quas majora tympana habent ad minora sibi adjuncta, etiam motûs tarditatem notam facis; ac proinde constituto intra certam temporis mensuram potentiæ motu, innotescit ponderis motus, quem eodem tempore perficit. Fac esse decem Rationes quintuplas, quæ componendæ sunt, si manubrium ad suæ rotulæ semidiametrum habeat Rationem quintuplam, & similis sit Ratio majorum ad sua minora tympana. Motus potentiæ manubrio applicatæ est ad motum ponderis ut 9. - 65 625 ad 1: tot igitur spatij pedes iteratis revolutionibus confici à potentia necesse est, ut pondus pedem unum percurrat. Quod si potentiam tantâ velocitate mo-

veri

veri ponamus, ut horis singulis pedum quindecim millia percurrat, indigebit horis $651\frac{1}{4}$, hoc est diebus 27, horis 3. min. $2\frac{1}{2}$, ut pondus à loco in locum pedis unius intervallo distantem transferat: atque ideò quis tantâ oculorum acie polleat, ut ponderis motum dignoscat, nisi post aliquot horas? quandoquidem unius horæ spatio vix unius unciae partem quinquagesimam quartam perficit, scilicet $\frac{1}{651}$ pedis. Verùm tam immane pondus, quod ad gravitatem respondentem potentiæ machinâ destitutæ sit ut $\frac{765625}{1}$ ad 1, movere, licet tardissimè, satius est, quàm nullo pacto movere.

Ex his liquet, quid contingat, si potentiæ & ponderis loca ita commutentur, ut potentia extremo tympano applicetur, pondus verò movendum primæ rotulæ axi aut manubrio respondeat; exiguus enim validioris potentiæ motus velocissimè movet pondus, motumque diu continuat; ut palam est in automatis horas indicantibus, sive potentia movens sit vis elastica laminæ chalybeæ inflexæ, sive gravitas ponderis axem maximæ rotæ volvens; nisi enim Tempus alternis motibus objiceret rotæ serratæ dentibus sui fusi pinnulas, quæ moram inferrent, rota ipsa serrata velocissimè volveretur. Sed quoniam raro contingit validissimam potentiam adhibere, ut leve pondus moveatur, propterea non est frequens hujusmodi locorum commutatio inter pondus & potentiam: usum tamen aliquando habere posset in rebus scenicis, maximè si æquabilis esse debeat motus; gravitas enim, quæ per unius aut alterius palmi spatium descendat, non acquirit in motu notabile aliquod velocitatis incrementum, atque idcirco æquabilis apparet motus tam ipsius gravitatis descendens, quàm ponderis illius virtute ascendens: hoc si non rectâ sursum trahatur, sed circumagatur, fortasse impressus impetus velociorem circumvolutionem efficere possit.

Quod demum ad ipsos rotarum dentes attinet, singulæ quidem rotæ à suis dentibus in partes æquales tribuuntur; sed hallucinati videntur non pauci frustra requirentes in omnibus rotis invicem comparatis dentium æqualitatem, & ex dentium numero potentiæ momenta metientes; quasi servari nequiret eadem momentorum Ratio, etiamsi minoris tympani dentes

A A a a

non omninò similes essent, aut ut verius loquar, singuli non essent æquales singulis dentibus majoris tympani in eodem axe existentis. Dentium æqualitas in iis tantummodo rotis requiritur, quæ sibi mutuâ collabellatione cohærentes in convoluzione dentem dentibus implicant; nisi enim ab unius rotæ dentium intervallis alterius dentes subinde reciperentur, fieri non posset utriusque rotæ conversio. Caterùm nil prohibet, quominus in plurium majorum tympanorum complexione alia rariores, alia spissiores dentes habeant, dummodo singulis majoribus singula minora, à quibus illa motum recipiunt, respondeant similibus dentibus instructa, etiamsi hi dissimiles sint dentibus tympani in eodem axe connexi. Si enim prioris majoris tympani peripheria sit in dentes 24 distributa, minoris autem tympani eidem axi infixi peripheria sex dentes habeat, sed eorum diametri sint ut 3 ad 2, utique eorum motus non aliam habent Rationem quàm sesquialteram, licet dentium numeri sint in Ratione quadruplâ. Idem planè dicendum de secundo tympano majore, quod ad prioris motum convolvitur; hujus enim motus pariter comparandus est cum motu tympani minoris sibi conuncti spectatâ diametrorum Ratione, non dentium multitudine, ut momenta innotescant. Quare illæ dentium multitudines invicem comparatæ satis quidem faciunt quærenti, quoties potentia manubrium circumagat, ut semel convertatur Axis, quem ductarius funis complectitur; sed quibus momentis id perficiat ipsa potentia, sola diametrorum Ratio spectata indicabit.

Sed hîc ubi diametrorum incidit mentio (quamquam res Mechanicæ in praxim deductæ tantâ subtilitate non indigeant) non est dissimulandum aliquam necessariò intercedere momentorum inæqualitatem in ipso motu, quando tympanorum ambitus est dentium incisuris asperatus: cum enim extremi dentium apices à centro magis absint, quàm anguli, in quibus sibi dentes occurrunt; non est utrobique eadem movendi facultas, quippe quæ in majore à centro distantia validior est, cæteris paribus. Eatenus scilicet rota rotam urget, quatenus rota movens sui dentis apice contingit faciem dentis rotæ, quæ movetur: hic autem contactus primum fit propè angulum, hoc est minùs procul à centro, & sensim

sim dens rotæ moventis suo apice excurrentis versus extremitatem dentis rotæ, quæ movetur, magis recedit à centro. Cum igitur rota movens suam vim exercent apice dentis, integra semper illius diameter aut semidiameter consideranda est; at rota, quæ urgetur, cum non in eodem puncto recipiat moventis impulsionem, non est absolute attendenda integra illius diameter aut semidiameter, sed potius mediocris quædam inter maximam & minimam à centro distantiam eligenda est, ut alter Rationis terminus habeatur. Ex quo vides (si res subtiliter elimeatur) non parum interesse, utrum minor rota majorem urgeat, an è contrario major minorem propellat. Concipe enim majoris rotæ integram semidiameterum esse particularum 100, & talem esse dentium incisuram, ut angulus, in quo ipsi dentes coeunt, distet à centro particulis 94: rotæ autem minoris, quæ suos dentes illius dentibus implicat, semidiameter integra sit similium particularum 20, & angulus concursus dentium distet à centro particulis 14. Uti-que si minor majorem urgeat illius Radius est ut 20, hujus verò est ut 97: contra autem si major pellat minorem illius Radius est ut 100, hujus ut 17. Quare singulæ comparatæ cum iis, quæ secum communem habent axem, diversam constituunt Rationem: si enim major rota urgeatur à minore sibi proximâ, adeò ut secunda minor moveatur ad motum majoris in eodem axe, & Ratio sit ut 20 ad 97, si majore proximâ urgente minorem moveretur major ad motum minoris in eodem axe, hujus minoris motus ad motum suæ majoris non esset pariter ut 20 ad 97, sed ut 17 ad 100, quæ est minor Ratio.

CAPUT VII.

*Molestrinarum artificium ex Axe in Peritrochio
pendet.*

ARtificia omnia, quæ ex Axe in Peritrochio pendent, recensere res esset non quidem injucunda, sed penè infiniti laboris, historiam potius redolens, quam theoriam, cui potissimum inservio Machinarum fontes indicans, ex quibus ingeniosus quisque Machinas suo instituto opportunas moliri queat. Placuit tamen in Molendinorum artificio paulisper immorari, ut quam uberem ab Axe in Peritrochio utilitatem ad vitæ commoda percipiamus, innotescat. Quamvis autem potissimum instituta sint molendina ad comminuendum triticum & alia semina, ut ex farinâ panis conficiatur, ad alios tamen usus pars eorum aliqua destinatur: omnibus quippe communis est rota exterior, quam aqua incurrens versat, & Axis, qui convolvitur. Si enim tundenda sit lana, aut Cannabis; si in pollinem redigenda elementa pulveris pyrij carbo, sulphur, nitrum; si antiqua linteorum refegmina conterenda, & in minimas particulas dissipanda ad conficiendam chartam, Axi infixæ sunt pinnulæ, quæ in conversione occurrentes alis pistillorum illos elevat, atque dimittunt, & eorum gravitate recedente subjecta materia aut contunditur, aut conteritur.

Nec dissimili methodo disponi possent pistilli suis embolis congruentes, qui à pinnulis Axis elevati aquam in embolum attraherent, aut sponte irruentem admitterent per assarium, tum dimissi vi suæ gravitatis aquam exprimerent per tubum, & in altiore locum ascendere cogerent. Vel si non adeò graves pistillos parare placuerit, velisque certiùs aquam in altiore locum pellere, dispone binos pistillos fune, aut catenâ, per excavatum rotæ superiùs positæ ambitum transeunte conexos, aut potiùs transversario, quasi libræ jugo conjunctos, ita ut altero depresso alter elevetur, pinnula autem Axis de-

primat

primat pistillum, vi cujus aqua in tubum ascendentem exprimitur, & alter pistillus attollatur aquam inferius positam attrahens, qui pariter ab Axis pinnulâ ejus alæ respondente subinde deprimatur. Hinc fit posse longiorem Axem addi rotæ, & plura hujusmodi pistillorum paria disponi pinnulis in ambitu Axis ita distributis, ut non plures simul pistillos, sed singulos unum post alium premant, si non adeo valida fuerit potentia rotam versans; Sin autem validior illa fuerit, plures simul deprimant, iisque conjugatos attollant. Nisi fortè magis arriperit duobus tantummodo pistillis conjugatis uti, tot pinnulis in Axe dispositis, ut in unâ ejusdem Axis conversione bis aut ter pistillus idem deprimatur.

Huc pariter spectant, quæ passim videre est in officinis malleatorum cupri aut ferri, ubi & rota exterior vi aquæ labentis circumacta interiùs in conclavi quasi manubrium convolvit, quod superiori Axì horizonti parallelo infixum Radium, sibi-que regulâ in juncturis plicatili connexum, dum attollit, atque deprimat, in alterâ ejusdem Axis extremitate transversarium hinc pariter attollens atque hinc deprimens folliis alternum motum conciliat: Et rota alia validiorem aquæ decidentis impetum recipiens, suumque Axem convolvens, pinnulis axi infixis extremitatem alteram deprimat tigilli, cujus oppositæ extremitati elevata coheret ingens ferreus malleus, qui præterlapsâ Axis pinnulâ sponte recidens tundit subjectum cuprum aut ferrum ignitum.

In his omnibus rotæ quidem semidiameter attendenda est, in cujus extantes palmulas aqua incurrens vim potentiæ moventis obtinet; sed Axis semidiameter non solitariè accipienda est, verùm & addenda prominentis pinnulæ longitudo, ita ut ex utrâque conficiatur unica semidiameter motûs, qui communicatur pistillo, aut depressæ extremitati mallei. Depressæ, inquam, extremitati mallei, nam mallei elevatio aliquanto major est, quam illa depressio, ut validior ictus sequatur; neque enim tigillus à suo axe, cui innititur, omnino æqualiter dividitur, sed ab eo aliquantulo remotior est malleus, quàm opposita extremitas, quæ deprimatur: ac proinde vis illam deprimens major est, quàm si tigillus in partes æquales distingueretur. Similiter in follium motu primum comparanda est rotæ semidiamete-

ter cum adhærente manubrio, deinde Radius Axi superiori infixus comparandus est cum semisse transversarij, cui folles junguntur; & ex his duabus Rationibus componitur Ratio momentorum potentiae ad momenta ponderis movendi.

At verò in molendinis, quibus mola frumentaria plano horizontali parallela circumagenda est, & quidem velociter, ut granum in farinam dissolvatur, non satis est exterior rota aquae impetum recipiens & Axem sibi infixum volvens, sed etiam interior rota denticulata in eodem Axe requiritur; & ne Machinae membra frustra multiplicentur, ita molares lapides communiter disponuntur, ut ferreus axis metam sustinens, & curriculo instructus, inferiorem locum obtineat, ac proinde curriculum ipse proximè attingat superiorem partem interioris rotæ in suo plano denticulatæ eundem cum exteriorè rotâ axem habentis. Quod si molares lapides collocari non possint in plano, infra vel supra quod volvatur rota interior denticulata, sed solum paulò infra, aut supra axem ejusdem rotæ; quia Vertebra striata proximè molari lapidi cohærens, adeoque lapidem ipsum volvens, distat, à rotâ denticulatâ, hæc autem commodè non admittit tam longos dentes, qui ejusdem Vertebrae aut curriculi virgulis aptè commisceri valeant, propterea exigitur alius Axis horizonti perpendicularis curriculo & rotæ infixus, quem convertat rota interior curriculi hujus virgulas suis dentibus impellens; simul enim rota dentata horizonti parallela, eidem Axi perpendicularis infixa volvitur, & curriculum molæ conjunctum circumagit.

Hic quoque plures Rationes componendæ sunt; prima est Ratio diametri rotæ exterioris ad diametrum rotæ interioris in eodem axe; deinde Ratio diametri curriculi molæ adhærentis ad ipsius molæ circumactæ diametrum (sive integra diameter accipienda sit, sive illa tantum pars, quæ est diameter circuli in rotatione molæ descripti à puncto inter centrum & peripheriam intermedio) & si, ut in secundo casu, interjectus fuerit Axis perpendicularis, præterea in compositionem venit Ratio diametri curriculi ad diametrum rotæ denticulatæ in eodem Axe perpendiculari. Ex quibus apparet præstare rotæ interioris diametrum minorem esse diametro rotæ exterioris, ut aquæ hanc impellentis momenta validiora sint: sed & cavendum, ne
illa

illa ita minor statuatur, ut ejus dentium numerus vix excedat numerum virgularum curriculi molæ adhærentis, hæc enim nimis tardè moveretur; & si intermedius fuerit Axis perpendicularis, positâ hac dentium æqualitate & virgularum curriculi, unica rotæ exterioris conversio semel tantum convolveret rotam denticulatam horizonti parallelam; atque idcirco eodem tempore mola toties solum converteretur, quoties numerus virgularum ejus curriculi contineretur in numero dentium rotæ denticulatæ infixæ Axi perpendiculari.

Ut autem convolutionem molæ numerum augeas, cave ne movendi difficultas pariter plus justo augeatur, si nimirum in axe perpendiculari diameter curriculi sit immodicè minor diametro rotæ denticulatæ in eodem axe: potentia si quidem curriculo applicata multo tardiùs moveretur, quàm pondus extremis rotæ dentibus applicatum, ac proinde movendi difficultas auferetur. Quare omnia prudenter administranda, ut neque potentiaè moventis vires frustra conterantur, neque mola tardiùs aut velociùs, quàm par sit, moveatur.

Quod si non placuerit, aut loci dispositio non tulerit, axem illum intermedium statui perpendicularem, sed horizonti parallelus commodior accidat, tunc rotæ interioris eundem cum exteriori rotâ axem habentis dentes non plano infixi, sed in extremo ambitu defixi requiruntur, ut superioris axis curriculum (sive majorem, sive minorem, prout opus fuerit) convertant, & cum eo rotam non in ambitu, sed in plano, denticulatam, à qua molæ curriculum convolvatur. Neque aliter, ac priùs, momentorum Ratio componitur, ex Rationibus videlicet tympanorum, quæ communem Axem habent, ut satis constat ex dictis.

Hinc quoniam potentia movens est aqua, observamus non omnino eandem esse formam rotæ aquam excipientis; quæ enim in profluente collocantur rotæ, nimis incommodæ essent, si valdè amplam diametrum haberent; aut modico aquæ labentis impetu pellerentur, si palmulis exiguis instruerentur: propterea rotæ hujusmodi mediocrem quidem habent diametrum,

trum, sed valdè notabilem axis partem occupant palmulis adeò juxtà axis longitudinem expansis, ut à multâ aquâ in illas incurrente validiore impulsu circumagantur. Sic in Pado communiter Rotæ hujus longitudo est cubitorum 10, diameter rota cubitorum 6; interior rota diametrum habet cubit. $5\frac{1}{2}$, dentes 108 plano infixos, & molæ curriculum in futos 9 distinguitur; lapis autem molaris in crassitudine numerat uncias 6 aut 7, in diametro cubitos $2\frac{1}{2}$. Quia verò aquæ ex alto cadentis motus major est quàm profluentis, propterea rotarum diameter amplior statui potest, si opus fuerit, & palmularum latitudo valde mediocris sufficit, quippe inclusa canali, per quem aqua decidens labitur: modica scilicet aqua per planum magis elevatum prolapsa majora habet momenta, quàm per planum ferè horizontale: & præterea rota amplioris diametri facilius volvitur etiam à minore aquâ, nam ad interiorem rotam, cæteris paribus, habet majorem Rationem. Porro palmulæ communiter quidem planæ sunt, aut non nisi modicè sinuatæ, ita ut aqua hinc atque hinc diffusetur; aliquando tamen limbo ex utraque parte concluduntur, & quasi vascula aquam aliquandiu continent, ut ipsius aquæ inclusæ gravitas conversionem juvet deorsum urgendo. Adde in ipso canali inclinato majores esse vires aquæ in parte inferiore, quàm in superiore propè initium casûs; quia videlicet aqua naturaliter descendens motum habet acceleratum, & ex antecedente descensu acquisivit impetum.

Hactenus Molendina, quæ aquarum vi aguntur consideravimus, nihil addentes de iis, quæ ab hominibus, aut ab animalibus volvuntur, nihil enim hæc habent peculiare præterquàm quod axis primæ rotæ, quæ cæteris consequentibus membris motum conciliat, est horizonti perpendicularis, quia potentia facilius in plano horizontali movetur, quàm in tympano Verticali, quod calcaretur, & loco exterioris rotæ ab aquâ propulsa vectis axi infigitur, quem aut jumenta trahunt, aut homines urgent.

Aliquid tamen innuendum de Molendinis, quæ vento aguntur, sive ad comminuendas fruges, sive etiam ad agitan-
tandas

tandas antlias, quibus aquæ depressioribus campis insidentes exhauriuntur. Quod enim attinet ad interius artificium rotarum & curriculorum, simillimum est iis, quæ in nostratribus molendinis aquâ urgente commotis reperiuntur, nisi quod in illis, ut pote à subjectâ planitie remotis (locus siquidem amplo ventilabro opportunus tribuendus est, & captandus ventus) per scalas ascenditur, & in superiorem locum comportandæ sunt fruges, quas commolere oportet, atque farina inde transferenda: quo labore levare potest molitor, si operâ eadem, qua ventus axem primarium cum rotis versat, saccos tritico aut farinâ plenos attollat, aut deponat, fune ductario circa ipsum Axem convoluto, aut evoluto. Illud potissimum in hoc molendinorum genere attendendum est, quod ad ipsa flabella, quibus ventus excipitur, spectat; neque enim quemadmodum juxta aquæ cursum rotæ planum dirigitur, etiam ventilabrum flabella habet ita disposita, ut venti ductum sequantur: sed superior domunculæ pars, qua Axis cum rotâ denticulatâ continetur, usque adeo convertitur, ut ventilabrum flantî vento adversum statuatur.

Sunt autem flabella quasi quatuor scalæ in primarij Axis extremitate conjunctæ, quibus obducitur singulis linteum, ut vento resistat; qui si justo validior fuerit, linteï pars complicata aliquem vento exitum præbet. Non tamen flabella hæc ita ex æquo collocantur, ut in uno eodemque plano Verticali constituentur, sed singulorum flabellorum planum modicè obliquum statuitur latere altero se paulatim subducente à vento. Ex quo fit ventum inter quatuor flabellorum intervalla irrecurrentem repellere in latus, & quasi cubito percutere ipsa flabella, atque adeo Axem converti juxta flabellorum inclinationem. Nam si nulla esset flabellorum obliquitas, & omnia quasi unicum planum efficerent, in quod Axis esset perpendicularis, incertum esset, quam in partem fieret conversio. Quod ad latitudinem aut longitudinem hujusmodi flabellorum oblique positorum attinet, non dubitatur, quin eorum latitudo maxime juvet motum; quia eadem obliquitate positâ, major aëris pars incurrit in

BBbb

amplius quàm in strictius linteum; & in vehementiori vento, ne nimia sit machinæ velocitas, experimur aliquando non nisi dimidium velum expandi. An verò fuerit operæ pretium horum longitudinem augere, incertum est: quamvis enim potentia magis à centro motûs distans plus habeat momenti, tamen quia longiorum flabellorum extremitates valde inter se distarent, ventus ampliora spatia nactus minus haberet viuum; sicut & aqua fluens, velocius atque majore conatu per angustias, quàm per patentem alveum currit. Propterea in hujusmodi flabellis non auderem omnino definire, quo loco potentiæ moventis vires statuendæ sint quasi in centro virtutis; nam prope Axem, cui infixæ sunt, modica est distantia, & ventus quasi eorum objectu compressus velocius spirat, procul autem ab Axe in majore intervallo facilius elabens minus incitat cursum. Cum verò non sit temerè statuendum venti compressionem omnino respondere mutuis flabellorum distantis, quæ in eâdem Ratione sunt ac distantia ab Axe; neque facile asseri potest eâdem Ratione decrescere vim venti ex compressione, qua ejusdem momenta crescunt ex distantia ab Axe: Ex quo fieret momenta composita ex distantia ab Axe, & ex vi compressionis, esse per totam flabelli longitudinem æqualiter diffusa, ac proinde in mediâ longitudine esse Centrum virtutis moventis. Omnibus tamen ritè perpensis, existimarem centrum hoc virtutis, cui applicata potentia intelligitur, haud procul abesse à mediâ flabelli longitudine: Nisi fortè flabella ipsa talia essent, ut eorum latitudo ab Axe recedens augetetur; sic enim diminutâ in extremitatibus flabellorum distantia, etiam venti compressio augetetur.

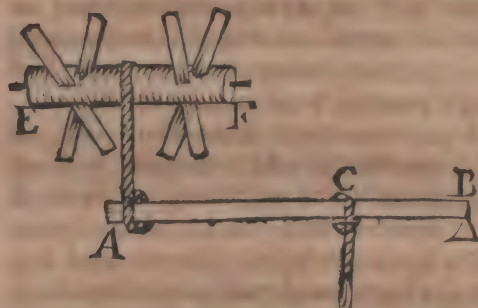
Quod si occurrendum putares incommodo, quod subire necesse est ædiculam polo innixam ita convertendo, ut flabella adversum ventum excipiant, haud abs re esse ducerem, si quis in supremo domûs fastigio, loco patente & ventis omnibus exposito, crassum satisque validum axem horizonti perpendicularem statueret, quem rota denticulata horizonti parallela complecteretur, ex cujus conversione de-
mum

mum mola circumageretur. At flabellorum latitudo juxta Axis longitudinem in ejusdem supremo capite extra tectum collocanda esset, ut incurrentis venti impulsus exciperent, perinde atque fluentis aquæ impetum recipiunt palmulæ rotarum. Sed quoniam plana flabella parum apta videntur ad conversionem continuandam, quia, quæ sunt à diametro opposita, demum venti viribus exponerentur æqualiter, nec dexterum potius quam sinistrum impellendum esset, adeoque cessaret conversio; propterea flabella construenda essent modicè incurva; hac enim ratione fieret, ut opposita inæqualiter urgerentur, & dextri quidem convexam, sinistri verò cavam faciem ventus impeteret inæqualibus viribus, illud scilicet quasi se subducit vento, nec admodum ejus impulsui opponitur extremitas juxta venti directionem inflexa; hoc autem cavo sinu ventum excipiens totum ejus impulsus recipit. Adde quod venti particula in duo proxima flabella incurrens à convexâ unius facie in cavam proximi faciem reflectitur, & auget impulsione. Quod si placuerit non quatuor, sed quinque flabella statuere, ne unquam duo ex diametro opponantur, non abnuo. Illud certum est hujusmodi flabellorum tum longitudinem, tum latitudinem plurimum juvare, quo enim ampliora sunt, plus venti excipiunt, & quò longiora, ut pote à motus centro magis sejuncta, plus habent momenti. Quomodo autem sistenda sit machinâ, explicanda aut complicanda vela, ne præter molitoris voluntatem agitentur flabella, nil refert hîc pluribus disputare, ubi tantummodo vis movendi consideratur. Neque solum hujus molendini usus esset in comminuendis tritici aut leguminum granis, sed etiam in attollendis atque aliò derivandis aquis, ut palus exsicceetur, & cæteris hujusmodi, quæ præsempit semper corpore movendo, non certo tempore alligantur, quemadmodum, opus molendi, quod non perpetuò exercetur.

CAPUT VIII.

Axis cum Vecte compositus auget Potentiæ momenta.

Tanta est aliquando ponderis gravitas, ut datæ potentiæ vires illi movendo impares sint, aut de oblatae machinæ soliditate ac firmitate dubitetur: propterea opportunum accidet Vectem cum Axe in Peritrochio componere.



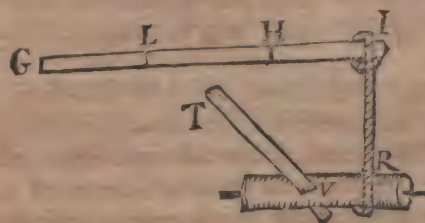
Primum dato Vecte AB secundi generis, cujus hypomochlium sit B, & pondus constitutum in C, Potentiæ, quæ in extremitate A applicanda est, minor sit, quam pro gravitate ponderis, datæ vectis Ratione CB ad AB. Adhibeatur succula EF

opportunè collata, ut funis ductarius in A alligatus Vectem attollat: momenta enim potentiæ componuntur ex Rationibus radorum succulæ ad semidiametrum Axis, & distantia AB ad distantiam CB in vecte. Hinc si Ratio AB ad CB sit ut 3 ad 1, Ratio autem radorum ad Axis semidiametrum sit ut 4 ad 1, unus homo Succulam vertens momentum habet æquale momenti quatuor hominum in A vecti applicatorum, quorum singuli æquiparantur tribus, qui pondus idem sinè vecte attollere conarentur: atque adeò unus homo succulam convertens æquat vires duodecim hominum ponderi ipsi proximè applicatorum citra quodlibet machinæ subsidium.

Deinde

Deinde in vecte primi generis, quando movendo ponderi velocitas aliqua concilianda est, validiore potentiâ opus est, & tamen adjecto Axe infirmæ potentiæ adjumentum comparare in promptu est. Sit enim vectis I G, & hypomochlium in H. Uti-que potentia in I tanto major requiritur, quanto major esse debet ponderis motus supra motum potentiæ, hoc est in Ratione H G ad H I. Statuatur Axis R S, & funis ductarius Vectem apprehendat in I. Tum axi infigatur Radius V T; nam pro Ratione longitudinis V T ad Axis semidiametrum ita augeri possunt potentiæ momenta, ut non solum ponderis gravitati paria sint, sed & illam excedant. Fac enim I H ad H G esse ut 1 ad 4, pondus verò in G esse lib. 200, certè requireretur in I potentia major libris 800, ut suâ virtute gravitati ponderis præstaret: At si Radius V T ad Axis R S semidiametrum sit ut 10 ad 1, jam potentia in T motum habet ad motum ponderis in G ut 10 ad 4: igitur reciprocè potentia in T ad pondus in G esset ut 4 ad 10, ac proinde potentia habens vires attollendi absque machinâ libras 80, applicata in T attollet libras 200. Hæc quæ de attollendo pondere dicta sunt, intellige pariter si in plano horizontali aut inclinato movendum esset; collocato scilicet Axe non parallelo horizonti, sed vel perpendiculari, vel inclinato, pro ut loci opportunitas feret: hinc siquidem sola momentorum incrementa considerantur ex harum duarum Facultatum compositione.

Quid autem opus est moñere idem virium compendium haberi posse in Vecte pariter primi generis, quando pondus tardè movendum est: res enim per se clara est, hypomochlio scilicet magis ad extremitatem G accedente, quàm ad extremitatem I, quæ potentiæ locus est, ut si esset in L:



id quod tunc potissimum usurpari potest, cum elevatio ponderis ad aliquam non minimam altitudinem requiritur; oportet enim hypomochlium à pondere intervallo notabili abesse, unde & major movendi difficultas oritur, atque idcirco additâ succulâ potentiam juvari necesse est. Succulam verò potius adhibendam proponere censui, quippe quæ & parabilior est, & commodior, nec multis impensis construitur: Ceterum nec Ergatam, nec tympana seu Grues, nec rotas dentatas, si placuerint, excludo.

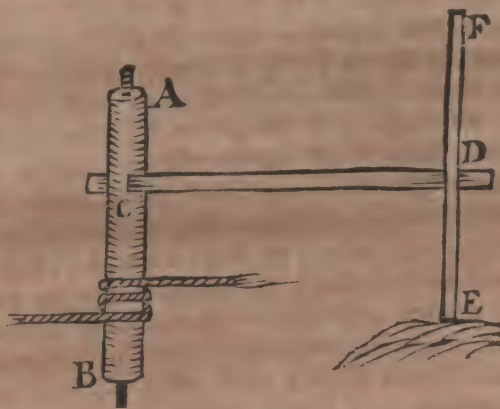
Ex his satis liquet, quid de Vecte tertij generis dicendum sit, in quo Potentia media inter pondus & hypomochlium collocatur: Succula scilicet in superiore loco statuenda est, ita ut funis ductarius vectem apprehendat, ubi potentiae locus assignatur: sed quoniam minor est potentiae, quam ponderis motus, & augenda sunt potentiae momenta, ut ponderis gravitati elevandæ par sit, Axi addendus est Radius tantæ longitudinis, ut potentia non jam Vecti, sed Radio applicata velocius moveatur, quam pondus.

Haftenus Axem in Peritrochio additum Vecti consideravimus, quatenus Vectem solitarium infirmior potentia movere nequit: Nunc Vectem addere oportet Axi in Peritrochio, ut hujus usus illo addito facilior accadat. Machinulam secum deferunt communiter aurigæ in Germania, qua rotam currûs, si fortè limo profundius infixâ inhæserit, sublevant, ac proinde recte *Pancratium aurigarum* dici potest. Lamina est chalybea denticulata, cui rotula pariter dentata congruit, cujusmodi initio capitis 6. descripsimus: parvula tamen est rotula illa, sed centrum habens commune cum rotâ majore similiter dentatâ, ex cujus conversione minor convolvitur, & laminam sursum propellit. Majoris rotæ dentes apprehendit Axis striatus, cujus motus principium ducitur à manubrio extra loculamentum ad latus extante. Quare duplex est Ratio, videlicet manubrij ad semidiametrum axis striati, atque diametri rotæ majoris ad diametrum rotulæ minoris concentricæ; ex quibus componitur Ratio motus Potentiæ manubrij versantis, ad motum ponderis sublevati. Quia autem fieri potest, ut aut de lami-
næ

na soliditate dubitetur, aut subiectum rotæ solum non admittat congruam machinulæ positionem; tunc rotæ elevandæ capiti subjiçiatur validus fustis alterâ extremitate incumbens telluri, alterâ innixus dentatæ laminæ; quæ eò minùs à plaustrî onere gravabitur, quò major erit Ratio totius longitudinis fustis ad ejus partem inter rotæ caput, & solum, cui innititur, interjectam.

Hinc si Ratio vectis sit ut 2 ad 1, machinæ lamina non nisi à ponderis semisse gravatur; & Potentiæ manubrio Pancratij applicatæ momenta geminantur. Nam si manubrij longitudo ad Axis striati semidiametrum sit ut 8 ad 1, rotæ autem majoris diameter ad rotulæ concentricæ diametrum sit ut 4 ad 1, potentiæ motus ad motum laminæ dentatæ est ut 32 ad 1: sed appposito vecte, cujus Ratio datur ut 2 ad 1, jam motus potentiæ ad motum ponderis elevati est ut 64 ad 1, & potentiæ conatus, qui satis esset ad attollendas sine machinâ libras 20, hoc Pancratio unâ cum Vecte attolleret libras 1280.

Similiter si Ergatâ A B raptandum esset onus; & potentia infirmior esset, quam ut in extremitate Radij C D valeret superare oneris resistantiam, adhibe Vectem E F, & extremitate E innitente subiecto solo, potentia applicetur extremitati F; nam ejus momenta componuntur ex Rationibus C D



Radij ad semidiametrum Axis A B, & vectis F E ad D E. Potest autem post aliquantulum motum subinde promoveri extremitas

extremitas E vectis, ut manifestum est. Quod si Ergatâ ipsâ uteremur ad sensim demittendum in plano inclinato onus quoddam ingens, & timeretur, ne vis gravitatis vinceret conatum hominum in D reluctantium, ne præceps delabatur onus; adhibeatur vectis E F, quo sensim dimisso certius retinetur onus, & lentius descendit.

CAPUT IX.

Multiplex rotarum dentatarum usus innuitur.

Quamquam ea, quæ ad Mechanicam scientiam spectant circa tympana dentata, satis in superioribus explicata sint, quatenus ex iis subsidium petitur ad virium supplementum, & fontes indicati sint, ex quibus unusquisque variam huiusmodi tympanorum complexionem pro opportunitate excogitare possit; placuit tamen auctarium adjicere multiplicis usus, etiam aliquando citra momentorum potentie moventis incrementum. Illud autem generatim observandum est, ne pluribus membris distinguatur machina, si pauciora sufficiant: fieri siquidem non potest, quin motui mora aliqua inferatur, ubi plurium membrorum multiplex conflictus atque tritus contingit, etiamsi omnia rite disponantur, & sibi invicem proportionem respondeant.

PROPOSITIO I.

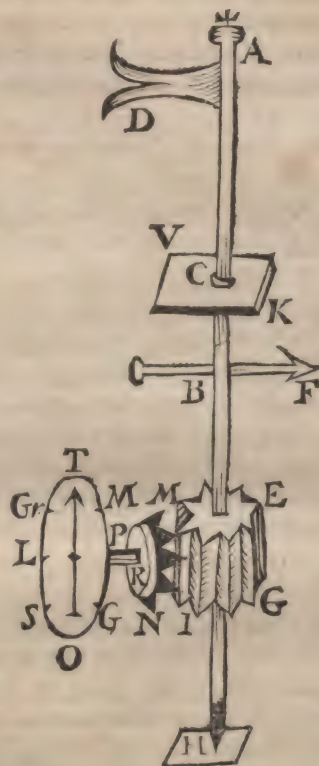
Anemoscopium, Ventorum flantium indicem describere.

SI quis in conclavi manens cognoscere cupiat, quo vento Simpellatur aër externus, & Anemoscopium construendum curet, si hoc quidem in fornice, aut in laqueari describendum sit, nullo opus est artificio; sed satis est intra laminæ V K foramen erecto axi perpendiculari A B, qui
nodo

nodo C laminæ infistat facilè versatilis, adjicere flabellum A D supra recti fastigium loco apto ita eminens, ut directè, citra reflexionum suspicionem, cujuslibet auræ flantis impulsu excipiens, & venti ductum sequens convertatur, atque ejus extremitas D cœli plagam vento oppositam respiciat. In alterâ verò axis extremitate B infra laquearis aut fornicis faciem, in qua ritè juxta horizontis positionem descripti sint ventorum cardines, adnectatur index B F, ea lege, ut ex diametro contrariam flabello A D positionem B F obtineat: hinc enim fiet, ut quoniam ventus ex A in D directus spirat, index F eam horizontis partem, unde flat, respiciat.

Sin autem in plano Verticali (aut etiam inclinato) describendum sit Anemoscopium, sit axis A H cum flabello A D transiens per C foramen, & acutâ cuspide infistens plano H, ut facillimè converti queat, vertebram striatam E G habens in octo æquales strias distinctam, quibus subinde exactè congruere possint rotæ M N dentes octo, in quos ferrea lamina distributa est æqualiter, antequàm in circulum inflecteretur. Ex hujus rotæ centro infixus exeat axis R parietem pervadens, & in extremitate adnexus indicè convolvens ad indicandos ventos in interiori, aut exteriori parietis facie descriptos.

Verùm in ventorum descriptione cavendum, ne, quemadmodum in Mappis Geographicis supremus locus Septentrioni, infimus Austro, dexter (qui scilicet est ad dexteram aspicientis) Subsolano, sinister Favonio tribuitur, ita hic ordinem eundem serves: quia enim vento flabellum impellente si vertebra



C C c c

striata convertatur ex G in I, rota dentata ascendit ex N in M, & similiter index convolvitur ex T in L; propterea si ventus ab Arcto spirans in supremâ parte descriptus sit in T, & in infimâ qui à meridie in O, is, qui ab ortu flat, describendus est ad sinistram in L, & qui ab Occasu, ad dexteram in P. Quare manifestum est, quo ordine reliquos intermedios describere oporteat.

PROPOSITIO II.

Currûs motum metiri.

QUæ Vitruvius lib. 10. cap. 14. scripsit methodum innuens, qua Veteres navi aut rhedâ vecti peractum iter dimetiiebantur, plurimum ingenia excitarunt (quandoquidem non paucis Vitruvij verba obscuritate admodum laborare videbantur, quam tamen notam illi inurere nō ausim) ad varias rationes excogitandas, quibus hoc idem assequi se posse confidant. Maneat sua cuique Machinatori laus; neminis inventa improbo, aut aspernor: Mihi planissimâ inire viam semper placuit, qua putaverim ad id, quod volumus, perveniri posse: quapropter nec certam rhedæ formam, nec versatilem cum affixis rotis axem præscribo, sed aliquid vulgaribus rhedis aut curribus commune comminisci placuit, modò liceat alterius posteriorum rotarum (quippe anterioribus altiores sunt) modioload partem internam insigere brevioris paxillum, quo rota ipsa, dum convertitur, motum machinulæ currui alligatæ conciliet.

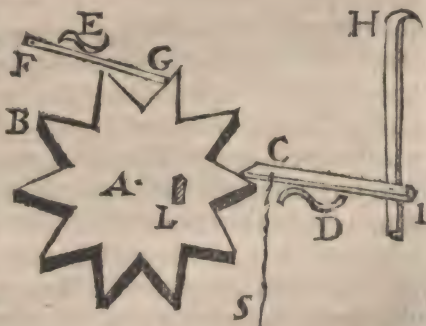
Unum moneo, quod ad Vitruvium spectat (in quo nullam reperiō obscuritatem) non arguendum esse oscitantia, quòd rotæ diametrum statuerit pedum quaternum & sextantis, deinde verò totam rotæ versationem definiat pedibus duodecim; cum tamen ex Rationibus Cyclicis sint ut minimum tredecim; atque adeò quadringentæ versationes perficiant pedes 5200, hoc est passus geometricos 40 supra milliare; ex quo integrâ die, qua milliaria 30 computarentur, error esset passum 1200, qui milliariis 30 addendi essent. Contra verò si rotæ ambitus solùm peragat pedes 12; quadringentæ versationes dant pedes 4800, & pedes 200 defunt ad milliariis complementum: quare & hîc in milliarium 30 computatione deessent passus 1200, qui milliariis 30 demendi essent. Ipse tamen Vitruvius quadringentis versationibus tribuit spatia pedum 5000, hoc est integri milliariis.

Non

Non est, inquam, oscitantiae arguendus Vitruvius, quem ista latere non potuerunt, cum sint admodum obvia cuique vel leviter Geometricis asperso; sed eo consilio rotæ diametrum supra quatuor pedes sextante auxit, ut quod deteritur ex aliquâ rotæ depresso in solo, cui impressa vestigia relinquit, hoc augmento aliquâ ex parte restituatur, adeoque tota versatio consistat intra pedes 12 & 13; addere autem certam fractiunculam pedibus 12, temerarium fuisset, illa quippe valde inconstans & incerta est: satis fuit demum in summâ 400 versationum medium eligere inter 5200, & 4800: neque enim error, qui notabilis esset, obrepere poterat.

Non tamen placet Vitruvianum tympanum, cujus orbita in quadringentos æquales denticulos esset distributa, nimia quippe & incommoda mihi videtur hujusmodi tympani magnitudo: si enim ligneum fuerit tympanum, singulorum denticulorum pedem, quo orbitæ coherent, vix puto minorem esse posse latitudine digitali, hoc est quatuor granorum hordei, si quidē satis validi, & ad perennitatem constructi intelligantur: sin autem ferreum fuerit tympanum, latitudo singulorum saltem æquabit duo grana hordei. Quare orbita tympani in 400 hujusmodi dentes distributa, erit digitorum 400, aut 200, hoc est, palmorum 100, aut 50; ac proinde diameter erit palmorum ferè 32, aut 16. Commodius igitur acciderit minora tympana componere, quàm adco ingens tympanum construere in tot dentes divisum.

Sit itaque primum rota denticulata A, cujus denti insistent hastula C I axiculo in I jungatur laminae H I ita fixæ in H, ut elateris, non tamen admodum validi, vice fungatur. Tum hastulae C I subjiciatur elasma D aliquanto validius, quantum satis fuerit ad efficiendum motum, quem statim indicabo. Alia pariter hastula F G cum suo elasmate E ita disponatur, ut denti G occurrens non permittat rotam retroagi ex G versus B, sed solum converti posse ex G in C, atque à fin-



C C c c 2

gulis dentibus elevata statim vi elastici E recidat, seque illis obiciat, ne retrocedant. Additus igitur funiculus CS si trahatur, dentem rotæ convertit hastula CI impellens subiectum elasma D, eademque operâ dens unus transgreditur hastulam FG, quæ vi elastici E recidens prohibet, ne in contrarium fieri possit rotæ conversio. Quia verò hastula CI dum trahitur, dentem quod secum rapit, & ab eo inclinato demum liberatur, dimisso funiculo, vi elastici D sursum validè propellitur, & per obliquum dentis latus excurrens extremitas C, obliquè pariter desinens, repellit in I elaterem HI, donec hastula ipsa dentis apicem transgressa ab elatere HI sese restituente coaptetur lateri superiori dentis. Quo pacto singuli rotæ dentes subinde convertuntur; atque tandiu huiusmodi convolutio perseverat, quandiu trahitur, & dimittitur funiculus.

Deinde rota altera pariter denticulata paretur, suoque axi infixâ ita disponatur priori rotæ parallela (sed citra planorum contactum) ut in ejus dentes incurrat paxillus L in rotæ A plano ad perpendicularum erectus, quo post integram prioris rotæ conversionem dens unus secundæ rotæ promoveatur. Ex quo fiet tot prioris rotæ conversiones requiri ad posteriorem semel convolvendam, quot in posteriore rotâ dentes numerantur. Simili ratione tertia, aut etiam, si opus fuerit, quarta rota denticulata paretur, & ita pariter parallelæ disponantur, ut paxillus secundæ rotæ tertiâ, & tertiâ quartâ convertat, paxillo videlicet dentium intervalla subeunte post integram suæ rotæ conversionem.

Hinc ut innotescat, quoties trahendus, atque dimittendus sit funiculus, ut rotæ convertantur, attendendus est in singulis rotis dentium numerus: tum numerus primæ per numerum secundæ ducendus; & qui producitur indicans numerum tractionum funiculi, ut secunda rota semel convertatur, per numerum dentium tertiæ rotæ est multiplicandus, ut sciamus, quot funiculi tractionibus tertia rota gyrum integrum perficiat. Quod si hæc postrema non fuerit, sed & quarta rota adjiciatur, productus ex secundâ illâ multiplicatione numerus per numerum dentium quartæ huius rotæ multiplicabitur: ac demum innotescet, quoties funiculum trahere oporteat, ut quarta hæc rota totam circuli peripheriam percurrat.

Quod si paxillis, de quibus dictum est, uti non placuerit, sed potius

tius libeat singulis rotis crassiusculos axes inferere, ex quibus dēs unus promineat, qui post integram suæ rotæ conversionem dentibus sequentis rotæ implicetur; omnino licebit, & fortasse suo commodo non carebit. Illud in rotarum collocatione intra suum loculamentum est diligenter animadvertendum, quod prioris rotæ paxillus (aut axis dens) non nisi post integram suæ rotæ conversionem incurrat in dentes posterioris; alioquin in errorem non sanè levem inducere nos posset index, qui extremitati axis adnexus in exteriori loculamenti facie indicat singularum rotarum convolutiones.

Affigatur itaque posteriori rhedæ parti opportuno loco regula circa axem versatilis, cujus superior extremitas conjunctum habeat funiculi C S trahendi caput S, inferior autē extremitas occurrat paxillo, quem ab initio rotæ modiolus ad partem interiorē infixisti: sic enim fiet, ut paxillo regulam impellente funiculus trahatur, atque ad singulas rotæ currus conversiones, singuli dentes rotulæ A funiculum trahentem sequantur: ac propterea in loculamēti facie index cum axe A convolutus indicabit, quoties rota currus cōversa fuerit; & absolutā integrā rotæ A conversione index sequentis secundæ rotulæ ostendet integras convolutiones primæ; atque ita deinceps index tertiæ numerabit convolutiones secundæ, & index quartæ convolutiones tertiæ. Hinc si rotulæ singulæ sint in dentes decē distributæ, numero, quem indicat secunda rotula, adde unam cyphram 0, numero tertiæ rotulæ adde duas cyphras 00, & numero à quarta rotula indicato adde tres cyphras 000; statimque manifestus fiet numerus conversionum rotæ currus. Quare si posteriores currus rotæ habeant diametrum quinque pedum, rotæ ambitus est trium passuum Geometricorum (quod est super, negligitur, nam sæpè rota solū molliusculum penetrans extenuat diametrum) atque adeò, ut semel prima rotula cōvertatur, currus rotæ decies cōversa percurrit spatium passuum 30; ut secunda unam conversionē perficiat, rota currus centies volvitur, & conficit passus 300; ut tertia gyrum absolvat, rota currus millies vertitur, & tria Italica milliaria percurrit. Ideò numerus ab indice quartæ rotulæ significatus, indicans tertiæ rotulæ integras convolutiones, triplicandus est, ut peracti itineris mensura Italicis milliaribus definiatur. Ex quo fit quartam rotulam in dentes decem distributam sufficere ad numeran-

C C c c 3

da milliaria Italica 30 : quod si plura velis numerare unicâ hujus rotæ conversione, in plures dentes, quàm decem, quartam rotulam distingue : sed non est opus, quia unâ convolutione absolutâ, milliariibus indicatis addi possunt milliaria 30.

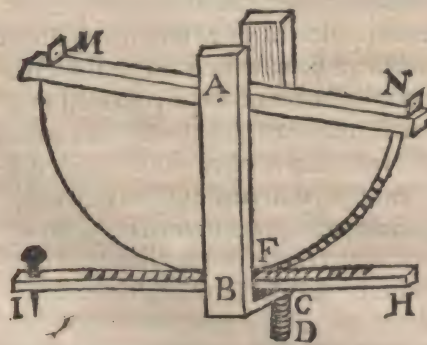
Si ad navis cursum dimetiendum machinulam hanc eandem traducere placeat, adjicienda est ad navis latus rota, ex cujus conversione integrâ observatum fuerit, quântum navis promoveatur : nam similiter impellendo regulam, qua funiculus trahitur, rotæ conversionû numerus innotescet, atque adeo etiâ itineris spatiû. Cave tamen, ne in errorê incidas, qui facilè obrepere posset; cum enim navis non semper æquè mergatur in aquâ (seu quia illa non est semper æquè onusta, seu quia hæc nō est semper æquè crassa, aut tenuis) etiâ rota inæqualiter mergitur, ac proinde una rotæ hujus conversio non semper æquali itineris spatio respondet.

Nec dissimili ratione pedestria itinera metiri licebit, si parvulam hujusmodi machinulam ita corpori alligaveris, ut funiculi extremitas sub poplite adnectatur: nam ad singulos passus denticulus unus convertetur, & demum passuum numerus innotescet.

PROPOSITIO III.

Objecti procul visi pseudographam speciem deformare.

Contingit aliquando minùs attentos recti specie decipi: propterea hac propositione non inutile fuerit abusum quendam rotæ dentatæ, quæ facilè fucum faciat imperitis, indicare : ne fortè sibi quasi de præclaro invento inaniter gratulentur. Quadri-



laterum Prisma AB eligatur, cujus extremitas in tenuiorem cylindrum CD desinat inferendum foramini subjecti plani crassioris, ita ut plano ad perpendicularum insistas prisma, & servatâ positione perpendiculari, facilè converti possit in dexteram, & in sinistram. Tum rotæ dentatæ semissis MFN prismati secundum

longitudinem excavato inferatur, atque circa axem A ductum per prisma

prisma & rotæ dentatæ centrum circumagi possit. In eandem autem prismatis fissuram infra rotæ dentatæ segmentum immitatur regula HI superius exasperata in crenas dentibus rotæ tangentis congruentes, adeò ut ex rotæ conversione regula HI adducatur, & reducat: quæ in I calamum scriptorium, aut lapidem plumbarium habens (aut saltem acutum stylum, quo certa puncta lineis deinde jungenda notari valeant) in subjectâ chartâ lineas describit sequens ductum radij optici per dioptram MN excepti. Quare quot lineas in objecto procul viso pereurrit radius opticus, totidem lineæ à stylo I describuntur in chartâ.

Quando igitur magis altum, aut longius positum objecti punctum per dioptram aspicitur, dioptræ extremitas oculo proxima deprimitur, atque adeò rotæ dentatæ portio ita convertitur, ut versùs objectum promoveat regulam: contrà verò depressius, aut propius objecti punctum aspiciens, proximam oculo extremitatem dioptræ elevat, & regulam ab objecto removel; cuicumque tandem extremitati M, aut N oculum admoveas: Si enim ex M aspicias, deprimendo M propellis stylum I versùs prisma, hoc est versùs objectum; atque similiter ex N aspiciēs, deprimendo N removes stylum I à prismate, & versùs objectum impellis. At verò ubi transversum objecti latus aspiciendum est, factâ circa cylindrum CD conversione, plurimum interest, utrùm ex M, an ex N aspicias: Nam si oculus sit in N, & radio optico percurrat objecti latus à sinistrâ in dexteram, etiâ stylus I à sinistrâ in dextram movetur unâ cum extremitate M objectum respiciente. Sin autem oculus sit in M, atque stylus I inter oculum & prisma, aut oculus inter stylum & prisma interjectus sit, contrariam positionem habent puncta à stylo descripta, & sinistra migrant in dexteram, atque dextera in sinistram; stylus quippe oculum sequitur, qui motum habet oppositum motui alterius extremitatis N objectum respicientis. Quamobrem expedit oculum dioptræ in N admoveere, & in objectum stylum I obvertere, ut dextra dextris, & sinistra sinistris respondeât, prout sub aspectum cadunt.

Verùm, licet objecti visi speciem aliquam hoc artificio adumbrare liceat, cavendū tamen, ne ipsi nobis assentâtes quasi exactâ Ichnographiam, & subtilem, servatis corporis partiū Rationibus, descriptionem nos comparasse existimemus: cuique scilicet rem accuratè perpendenti manifestum est, quandiu semicirculus in

eodem

eodem plano Verticali consistit, & dioptra elevatur, sive deprimitur, lineam objecti, quam radius opticus percurrit in plano horizontali, respondere differentiæ Tangentium angulorum, quos cum perpendiculo A B constituit radius opticus: At linea, quam stylus I describit, respondet quidem (saltem proximè, & quatenus sensu in tantâ parvitate percipi potest) differentiæ Tangentium angulorum æquæ differentium, quos cum perpendiculo eodem A B constituere intelligitur linea à centro A ad stylum I ducta. Non tamen fieri potest, ut deinde in omnibus positionibus mutato Verticali eadem Ratio servetur; quia linea à centro A ad stylum I ducta, non est parallela radio optico, sed angulum multo minorem constituit cum perpendiculo; ac proinde angulorum minorum differentia, etiam si æqualis differentiæ angulorum majorum, non infert proportionalem differentiâ Tangentium. Statuatur ex. gr. differentia angulorum duobus gradibus definita, & in uno Verticali majores anguli à dioptrâ constituti sint gr. 88. & 86, minores autem gr. 58. & 56: in altero Verticali majores anguli à dioptrâ constituti sint gr. 73. & 71, minores verò gr. 43, & 41. Quia idem est Radius A B, quarum partium 1000 est Radius, in primo Verticali differentia majorum Tangentium est 14336, & differentia Tangentium minorum est 118: in secundo Verticali differentia Tangentium sunt 367 majorum, & 63 minorum angulorum: inter hos autem terminos non intercedere proportionem manifestum est.

Quando verò, factâ circa cylindrum C D conversione, fit transitus ab uno plano Verticali ad aliud planum Verticale, linea, quam radius opticus percurrit, & linea, quam stylus I describit, subtendunt quidem similes arcus, opponuntur enim eidem angulo Verticalium, sed sunt in Ratione distantiarum objecti visi, atque styli à cylindrulo tanquam centro motûs. Porro hæc lineas differentiis illis Tangentium non esse analogas perspicuum est. Quapropter descriptum schema non servans objecti Rationes, censendum est pseudographum.

Oporteret plano immobili, cui infigitur prisma, adnectere congruis cardinibus aut fibulis, tabellam, quæ semper parallela dioptræ cum hac pariter elevaretur & deprimeretur (non tamen cum eâ convolveretur) ut in chartâ tabellæ affixâ species magis cum objecto conveniens describeretur: Quæ autem methodo? ingeniosus lector dispiciat.

MECHA

MECHANICORUM

LIBER SEXTUS.

De Trochlea.



ON semper commodum accedit Ergatâ, aut succulâ, aut Tympano uti ad pondus aliquod movendum : ut enim ex iis, quæ superiore libro disputata sunt, manifestum est, si in altiore locum evahendum sit pondus, ibi construere oporteret pegma, cui machina insisteret : sæpè autem id fieri non posset sine magna impensâ, aut citrà incommodum sive propter loci angustias, sive propter temporis brevitatem pegmati construendo imparem. Hinc alia Facultas excogitata est, cui *Trochlea* nomen inditum est ; quippè quæ communiter ex rotulis circâ axem in suo loculamento versatilibus coagmentatur, iisque circumducitur funis ductarius, quo trahitur pondus trochleæ adnexum. Trochleam autem, ut Vitruvius lib. 10 cap. 2. testatur nonnulli *Rechamum* dicunt.

Ex orbiculorum numero nomen ducit machina ; nam si unus sit orbiculus, Trochlea simplex, aut Monopastos vocatur ; si duo fuerint orbiculi, Dispastos ; si tres Trispastos ; atque ita deinceps. In hac tamen nomenclaturâ observandum est, non eodem omnes vocabulo uti : aliqui enim cunctos orbiculos utriusque loculamenti in unam summam referunt, & ex eorum numero vocabulum statuunt ; ut si alterius loculamenti duo sint orbiculi, alterius verò unus, Trispaston appellant : Alij tamen nomen indunt ex orbiculis singulorum loculamentorum ; nam si binos orbiculos singula contineant, non Tetraspaston, sed Dispaston vocant, quia communiter ambo loculamenta æquali orbiculorum numero instruuntur, & ex alterius numero reliqui, pariter numerus innotescit. Neque omnino abs re alte-

DDd

rius tantummodo loculamenti orbiculos numerant, quia hujus facultatis vires potissimum habentur ex solis orbiculis loculamenti, cui pondus trahendum adnectitur; reliquum scilicet loculamentum cum suis rotulis propterea adjicitur, ut funis ductarius singulos illius orbiculos complecti possit. Ex quo fit, posito inæquali orbiculorum numero, modò Monospaston, modò Dispaston dici, prout pondus adnectitur loculamento unum, aut duos orbiculos habenti. Cæterum in vocabulis non est hærendum: Ego Trochleam voco loculamentum unum cum suis orbiculis; & quando opus est duplici loculamento uti, duplicem Throchleam dico, atque orbiculos numero, ne ullus subesse possit æquivocationi locus.

Quantum autem Facultas hæc sit Axe, aut Vecte utilior, hinc saltem constat, quod etiam si plures potentia diversis funis ductarij partibus applicentur, æqualia tamen obtinent momenta; id quod non contingit pluribus eundem Succulæ Radium, aut eundem Vectem urgentibus; neque enim æqualibus à motus centro intervallis absunt.

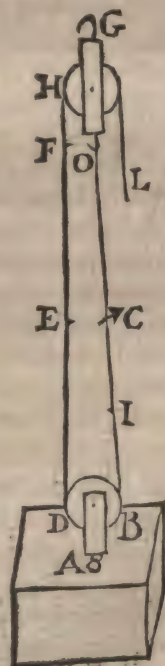
C A P U T I.

Trochlearum forma, & vires exponuntur.

Aliquando simplicem orbiculum, cujus excavatæ orbitæ funis ductarius insistit, adhibemus, ut onera sursum attolamus: & quidem communiter in superiore loco firmatur loculamentum cum orbiculo versatili, & alteram funis extremitatem apprehendit Potentia, alteri adnectitur pondus sublevandum, quod ascendendo spatium percurrit æquale spatio, per quod Potentia descendendo movetur. Id quod eatenus excogitatum est, quatenus brachia deprimentibus in ponderis elevatione insita brachiorum gravitas vires addit, & minore lacertorum contentione opus est, quàm si pondus ipsum sursum traheremus brachia elevantes. Factus est autem orbiculus circa suum axem versatilis, ut vitetur difficultas, quæ cæteroqui consequeretur mutuam tritum funis cum subjecto corpore, cui insisteret, si illud non versaretur. Quantus enim sit hujusmodi funis cum subjecto corpore (si illud non convolvatur) conflictus, manifestum est

est in puteis, quibus ad hauriendam aquam non est girgillus, hoc est, orbiculus versatilis, adjectus, sed funis transverso fusti cylindrico, verum immobili, insistit; excavatur siquidem cylinder ille diuturno, & frequenti tritu funium. Caterum si non ad perpendiculum attollendum sit pondus, sed in plano horizontali, aut inclinato (non tamen lubrico) raptandum, vix, aut ne vix quidem, ullum compendium consequeris, si funem per orbiculum transeuntem trahas in plagam oppositam plagæ, versus quam pondus dirigitur, ac si pondus idem arrepto fune ad te directè rapias: eadem quippe est brachiorum contentio, quorum insita gravitas non juvat potentiam, nisi quando hæc deorsum tendit. Adhiberi tamen hujusmodi orbiculus in planitie poterit, si commodiùs Potentia consistat in loco, ubi jacet pondus, quàm ibi, quò illud adducendum est.

Quamquam verò orbiculus stabili loculamento infixus non sit aptus ad augendas Potentiæ vires, prout ad Machinæ rationem pertinet; si tamen loculamentum ipsum adnectatur ponderi, quod cum illo moveatur, geminantur Potentiæ momenta, non enim æqualis est Potentiæ & Ponderis motus, sed illa duplo velociùs movetur. Sit pondus attollendum sive raptandum A, cui adnectatur loculamentum orbiculi B; funis autem ductarius firmetur in C, & funis extremitatem reliquam apprehendat Potentia in D: utique Potentia ut adducat orbiculum usque in C, tantumdem progredi debet ultra C, quantum orbiculus B distat à puncto C; oportet siquidem totum funem DBC explicari. Igitur potentia ex D venit primum in E, deinde in F: est autem distantia DE æqualis intervallo BC; sed tunc, cum illa est in E, orbiculus solum est in I, & demum hic est in C, quando potentia est in F. Motus itaque potentiæ DF est duplus motus orbiculi BC. Porro cum orbiculo pariter trahitur pondus A adnexum; igitur



DD dd 2

duplo velocior est potentiae motus præ motu ponderis. Quare potentia valens trahere motu sibi æquali pondus aliquod sine orbiculo, hoc addito valebit trahere pondus duplo majore gravitate præditum.

Ex quibus manifestum est, quantum interfit, utrum extremitati funis adnectatur pondus, & orbiculi loculamentum stabile sit, an verò, funis extremitate manente atque immotâ, ponderi adnectatur loculamentum, quod cum ipso pondere moveatur, immò veriùs, cujus motum consequatur motus ponderis: nam in secundo hoc casu potentiae motus duplus est ad motum ponderis; in primâ autem positione motus utriusque sunt planè æquales.

Hinc ulteriùs constat, quando duæ Trochleæ simplici orbiculo instructæ adhibentur, ita ut altera fixa maneat, altera cum pondere moveatur, nihil addi momenti Potentiæ si funis extremitas alligetur trochleæ stabili, aut loco alicui extra trochleas. Nam si in G posita sit Trochlea manens immotâ H, & altera funis extremitas illi jungatur in O, seu extra illam clavo, aut paxillo in C, Potentia in L applicata æqualiter movetur cum puncto D: at punctum D movetur duplo velocius, quàm Trochlea B; igitur Potentia L movetur solum duplo velociùs quàm pondus, perinde atque si non fuisset addita trochlea H. Eatenus igitur additur Trochlea H, quatenus Potentiam & Pondus in oppositas plagas moveri oportet, aut potentia deorsum conari debet, ut pondus ascendat.

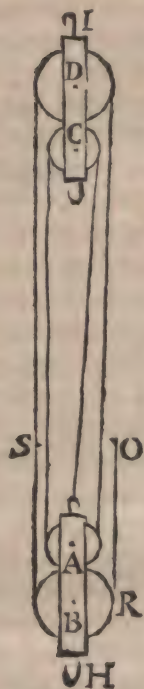
Sin autem extremitas funis alligetur Trochleæ mobili, cui pariter adnectitur pondus, & primùm funis ab unco trochleæ mobilis deducatur ad orbiculum trochleæ immotæ, deinde ad orbiculum ejusdem Trochleæ mobilis, jam Potentia triplo velociùs movetur quàm Pondus; quia videlicet etiam ipsa funis extremitas movetur trahentem sequens unâ cum pondere. Concipe enim pondus A sejunctum à Trochleâ B, quæ ita firmetur, ut immota maneat, pondus verò intelligatur translatus in G, atque Trochlea H jam sit mobilis: utique Potentia funem in L arreptum trahens in motu progreditur ultra B, quanta est longitudo funis explicati O B D H, quæ longitudo dupla est intervalli O B: igitur

igitur potentia L accedens ad B semel percurrit interval-
lum OB, & præterea adhuc duplum spatium ultra B,
dum punctum O venit ad B simul cum pondere ad-
nexo in G: triplo igitur velocius movetur Potentia quàm
Pondus.

Simili omnino ratione ac de Trochleis simplicibus phi-
losophamur, etiam ratiocinari oportet in Trochleis plures
orbiculos habentibus; si enim singulæ duos habeant orbi-
culos, attendendum est, an funis extremitas adnectatur
Trochleæ immotæ, an verò mobili: si immotæ, potentia
movetur quadruplo velocius quàm pondus; si autem mo-
bili, movetur quintuplo velocius. Generatim igitur nume-
ra orbiculos trochleæ mobilis, cui scilicet jungitur pondus,
& pro singulis orbiculis duplica potentiae momenta. Hinc si
tres fuerint orbiculi, momentum Potentiae est sextuplum; si
quatuor, octuplum; & sic deinceps. At si eidem Trochleæ
mobili adnectatur extremitas funis, adhuc adde unitatem,
& momentum erit septuplum, aut noncuplum. Funis liqui-
dem uni trochleæ alligatus primum insistit orbiculo primo
reliquæ trochleæ; inde flectitur ad orbiculum primum tro-
chleæ, cui adnectitur: postmodum ad secundum orbicu-
lum alterius trochleæ transit, & rediens ad priorem tro-
chleam insistit orbiculo ejus secundo; atque ita deinceps, al-
terno ex trochleâ in trochleam excursu, donec orbiculis om-
nibus insistat. Quod si duabus Trochleis non insit æqualis
orbiculorum numerus, sed altera alteram unitate superet,
necesse est funem alligari trochleæ pauciorum orbiculorum.
Quare attendendus pariter est numerus orbiculorum trochleæ
mobilis, quæ si pauciores habeat orbiculos, utique illi ad-
nectitur extremitas funis; atque adeò duplicato ejus orbi-
culorum numero addenda est unitas: ut, si duos habeat or-
biculos, motus Potentiae est quintuplus motus Ponderis. At
si trochlea mobilis plures habeat orbiculos quàm trochlea im-
mota, duplicandus solum est illorum numerus, ut habeatur
denominatio momenti; ut, si tres fuerint orbiculi, motus po-
tentiae ad ponderis motum est sextuplus.

In hujusmodi Trochleis plures rotulas habentibus obser-
vandum est interiores rotulas minores statui, exteriores verò

maiores : nam A & C minores sunt, B & D maiores, ne funi-



nium ductus se invicem intercipient, ac motum mutuo tritu retardent, nisi etiam sese vicissim atterentes funes disrumpantur. Quare probare non possum Trochleas, quæ plures orbiculos parallelos uni & eidem axi infixos intra congruum loculamentum habent; quamvis enim Trochleis huiusmodi valde inter se distantibus non adeò appareat incommodum funium sese perfricantium, ubi tamen illæ propiores factæ fuerint, hoc manifestò apparet: præterquam quod funis obliquè insistsens extremæ ipsarum rotularum orbitæ, quam contingit, non adeò facilè movetur, ac si illis exactè congrueret, ut fit, quando singulæ rotulæ suos habent axes.

Et quidem quod ad axes rotularum spectat, quamvis nec admodum longi sint, & rotula suo loculamento proximè adhæreat, atque adeò non sint facilè obnoxij fractionis periculo, cavendum tamen est, ne nimis exiles sint, aut ex materia non satis solidâ; ne fortè ponderis attollendi gravitas illos labefactet. Verum quidem est non esse necesse singulos axes statuere sustinendo oneri pares; cum enim plures sint, adversus singulos minor conatus ponderis exercetur. Si verò illi exquisitè læves atque politi fuerint, faciliorem fore rotularum iis infixarum revolutionem apertius constat, quàm ut moneri artificem oporteat.

Præterea rotularum facies optimè lævigatas velim, & loculamentum ipsum non placet ita amplum, ut maximam rotularum partem includat: satis est, si ita firmum ac solidum sit, ut axes contineat, & in extremitatibus validos uncòs habeat, quibus & funis, & onus alligari queant: Quò scilicet minorem rotularum partem tangit, minus cum illis confligit, adeoque facilius est motus: neque enim leviora hæc compendia omninò contemnenda sunt.

Demum funis ductarij crassitudo statuenda est, quæ retinendo

nendo ponderi respondeat: sed quia plures sunt funis à trochleâ in trochleam ductus, ideò quasi plures funes reputantur, inter quos quodammodo distribuitur sustentatio ponderis, perinde ferè, atque si ex pluribus illis ductibus funis unicus componeretur. Hinc si pondus fuerit adnexum trochleæ I, sustinetur à quatuor funibus; sin autem trochlea I in superiore loco firmata fuerit, & pondus trochleæ H alligatum dependeat, sustinetur à quinque funibus, nam etiam Potentia in O sustinet fune R O. Ex funis autem crassitudine definitur rotularum altitudo, ut nimirum orbitæ excavatæ insistere possit funis, quin interiorē loculamenti faciem contingat, ne perpetuo affricu atteratur cum disruptionis periculo, & non levi celeritatis detrimento, auctâ trahendi difficultate. Porro cū excavatam dico rotularum orbitam, nolim intelligas quasi crenam perimetro profundius incisam; sed satius fuerit orbitam ipsam esse modicè sinuatam; hoc enim pacto facilius excurret funis, etiamsi paulò crassior aliquando adhibendus sit, qui cæteroqui inter crenæ incisæ labra depressus non sine labore ex illis angustiis eximeretur in rotulæ conversione.

Cum itaque ea sit Trochlearum dispositio, ut pondus tardiùs moveatur, potentia velocius (si videlicet alteri Trochlearum non Potentia, sed Pondus adnectatur, alioquin si loca permutterent, res contrario prorsus modo se haberet) manifestum est resistantiam ponderis minui ex tarditate; poterit igitur augeri ex gravitate: sæpiùs quippe dictum est adæquatum resistantiæ momentum componi ex insita gravitate, & ex dispositione ad motûs velocitatem, aut tarditatem. Potentia igitur valens superare resistantiam ponderis alicujus certæ gravitatis, si cum illa æqualiter movendum sit, poterit eodem impetu, atque conatu superare resistantiam majoris ponderis, si ex collocatione, quatenus cum Potentiâ connectitur, ita minus velociter moveatur, ut quæ Ratio est æqualis illius velocitatis ad minorem velocitatem, eadem sit Ratio majoris ponderis ad pondus illud æquè velox cum potentiâ; est enim omnino par resistantia; quia quantum addit major velocitas minori ponderi, tantumdem addit majus pondus minori velocitati.

Quamvis autem ponderis motus non sit æquè velox ac motus potentiæ, tamen ponderis motus entitativè acceptus æqualis est motui

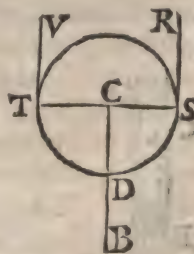
motui potentia, ac proinde mirum non est, si potentia eadem impetu eodem æqualem motum producat, atque efficiat. Pone enim in O gravitatem paulò majorem libris 100; utique si in S statuerentur libræ 100 gravitas O prævaleret, & gravitatem S elevaret: igitur illa eadem gravitas O elevabit libras 400 in I adnexas Trochleæ, nam I movetur quadruplò tardiùs quam O, ex dictis, S autem movetur æqualiter ac O; ergo ratione motùs tardioris quadruplò minùs resistit pondus lib. 400 in I, licet ratione gravitatis quadruplò magis resistat. Si itaque libræ 100 in S intra certum tempus percurrant unà cum Potentia O spatij pedes 40, eodem tempore singulæ libræ 100 gravitatis in I adnexæ percurrunt pedes 10: at sunt libræ 400; igitur sunt quatuor motus pedum 10, & illarum omnium motus est pedum 40. Quare potentia O idem planè efficit, ac si moveret in S libras 100: id quod præstare potest absque ulla machina. Et quidem si res attentè perpendatur, nec vulgaribus vocabulis notionem minus propriam subjiciamus, non est dicendum manente eodem conatu, & eadem velocitate Potentiæ augeri per Machinam potentia momenta, aut vires, semper enim Potentia vincit æqualem resistantiam sive adhibitâ machinâ, sive absque illâ, quamvis non semper vincat eandem gravitatem. Quemadmodum in libra nil refert, utrum corpus expendendum habeat majorem gravitatem secundum speciem, sed molem minorem, an verò minorem gravitatem specificam sub mole majori, modò reciprocè sit ut gravitas specifica ad specificam gravitatem, ita moles ad molem; est siquidem par gravitas absoluta, quæ componitur ex gravitate specificâ & mole. Ita pariter æqualis est absoluta ponderis resistantia, quæ ex gravitate, & velocitate componitur, si fuerit inter eas reciproca Ratio.

CAPUT

CAPUT II.

An Trochlea ad Vectem revocanda sit.

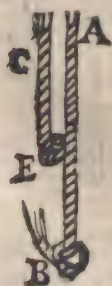
UT Machinalis motus causa melius innotescat, neque opus esse Facultates omnes ad Vectem revocare, ut non pauci hactenus conati sunt, & adhuc conantur, hic potissimum quaestionem hujusmodi examinare placuit in Trochleâ. Aiunt siquidem in simplici orbiculo, quando ejus centrum immotum manet, & alteram funis extremitatem potentia apprehendit, ex alterâ dependet pondus, Vectem esse primi generis, cujus hypomochlium est in centro orbiculi, potentia & pondus in extremitatibus diametri; quæ cum à centro aequalibus intervallis absint, vectis ille nil juvat potentiam. Quando verò ponderi adnectitur theca, cui orbiculus includitur, adeoque ejus centrum unâ cum pondere movetur, jam pondus respondet orbiculi centro, & extremitatem alteram diametri obtinet potentia trahens funem; quapropter hypomochlium censendum est in opposita diametri extremitate. Quapropter cum pondus sit inter potentiam, & hypomochlium, vectis est secundi generis: & quia pondus est in vectis medio, potentiae momentum duplum est momenti ponderis, si positio ipsa spectetur. Sit orbiculus, cujus centrum C; ejusque loculamento adnexum pondus respondeat lineæ CB: funis RSD, TV fit alligatus in R, & Potentia sit in V, quæ funem trahens intelligitur constituta in T, & oppositum diametri punctum S censetur hypomochlium; atque adeò momentum Potentiae ad momentum Ponderis est ut TS ad CS. Ex quo fit, si reciproce vis potentiae ad gravitatem ponderis sit ut CS ad TS, ab hujusmodi potentiâ sustineri pondus, & potentia si augeatur, etiam moveri, orbiculo circa suum centrum revoluta, & versus poten-



E E c c

riam attracto. In conversione autem orbiculi, prout aliæ atque aliæ sunt diametri, quas contingunt funis ductus RS, & VT, alios subinde, atque alios vectes esse comminiscuntur.

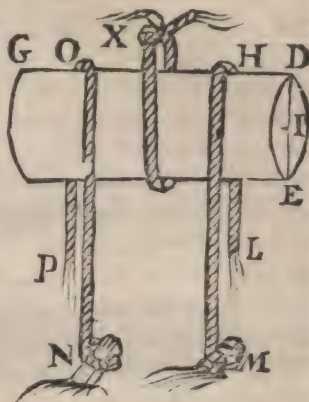
Verum huiusmodi ratiocinationi nunquam aquiescere potui; mihi enim perspectum est, si orbiculus non fuerit versatilis, sed omnino fixus in suo loculamento, adhuc potentiam V facilius attollere pondus, quod in B intelligitur suspensum, quam illud directè, & immediatè attolleret; & tamen diameter eadem TS semper maneret horizonti parallela (nam CB semper est in perpendicularo) nullumque haberet motum conversionis circa punctum, quod vocant, hypomochlij S, quo referret motum Vectis proprium. Adde orbiculum in suo loculamento fixum perinde esse, atque si annulus ponderi adnectatur, & funis alligatus in R inferatur annulo, atque potentia in V funem trahat; potentia enim duplo velocius movetur, quam annulus & pondus: hinc autem in annulo, quem nullatenus convolvere certum est, quomodo Vectis vestigium deprehendes? Illud quidem incommodum in annulo, & in orbiculo non versatili, accideret, quod funis ob suam asperitatem cum orbiculi orbitâ, & cum annulo confligeret; ex quo tritu non levis movendi difficultas oriretur: propterea, ad vitandum huiusmodi incommodum adhibentur orbiculi circa suum axem versatiles; axis enim politus, aut etiam addito unguine lubricus, fere nullam creat orbiculi rotationi difficultatem, funis verò non atterit ejusdem orbiculi orbitam, quâ revolutâ ille explicatur. Cæterum quod ad Rationem motuum potentia & ponderis spectat, eadem est Ratio dupla, siue orbiculus versatilis sit, siue fixus, siue annulus ponderi adnectatur, siue etiam ponderi inferatur funis, ita ut pondus ipsum excurrere queat. Hoc scilicet unice pendet ex



ipsâ funis inflexione: nam si funis AB ita flectatur, ut ad extremitatem extremitas accedat, & B veniat in C propè A; utique non nisi media pars BE movetur; adeò ut, si annulus inferatur funi in B, & per longitudinem funis, qui complicatur, excurrat, veniat ex B in E interea, dum extremitas B, & potentiam illam adducens, venit in C: quo in motu singulæ funis particulae inter B & E percurrunt spatium duplum distantia singularum à medio, antequam

quam complicarentur : & si potentia ex C ulterius progredia-
tur , singulæ funis particulæ inter medium & caput A inter-
ceptæ perficiunt spatium duplum distantia singularum à capi-
te A , ubi funis religatur.

Jam verò statue ampliorem aliquem , & satis gravem cylin-
dram DEFG , qui rotatu pro-
movendus sit , aut in plano hori-
zontali , aut in superiorem plani
inclinati locum : applicentur au-
tem homines in D & G , & quot-
quot necessarij fuerint juxta cylin-
dri longitudinem , qui illum im-
pellant. Quæro, an ibi ulla Vectis
ratio intercedat , ita ut sit quasi
vectis DE , hypomochlium in E,
& pondus in puncto I , quod
respondet centro gravitatis , at-
quæ adeò in cylindri conversione
subinde mutetur vectis , & locus
tùm potentia , tum hypomochlij,
prout aliis atque aliis perimetri punctis applicatur potentia im-
pellens, quibus ex diametro opponuntur alia atque alia puncta,
in quibus à subjecto plano cylinder tangitur. Vix, puto, au-
debis Vectem ibi agnoscere, ubi demum Potentiam impellen-
tem, & Pondus, quod in centro gravitatis, scilicet in Axe cy-
lindri, constitutum intelligitur, æqualem motus lineam per-
currisse deprehenderis, ut manifestum est in hujusmodi rotun-
dorum corporum revolutione, in qua æqualem lineam percur-
runt centrum, & punctum in peripheriâ notatum. Igitur duo-
rum funium capita firmiter alliga in M & H, ipsosque funes
cylindro subjice, & in superiorem partem reductos ita dispo-
ne, ut cylindrum complectantur, atque à duabus potentiis, quæ
prius in D & G impellebant, trahantur capita L & P. Certissi-
mo constat experimento longè facilius cylindrum hujusmodi
funibus convolvi , quàm impulsione potentiarum illi proximè
applicitarum. Si nulla Vectis Ratio agnoscenda est in diame-
tro DE, utique facilitas illa movendi non habetur à vecte, quæ
nullus est : Sin autem Vectem ibi esse constanter affirmes, igi-



tur perindè est si Potentia proximè ; & immediatè applicetur puncto D, aut H, ad impellendum, atque si medio fune M H L applicetur puncto H trahens funis caput L : atqui longè majora momenta habet funem L H trahens , quàm impellens in H ; cum igitur utrobique idem Vectis ; eadem scilicet cylindri diameter , habeatur , sed non idem momentum , non ex rationibus Vectis , sed aliundè petenda est hæc momenti accessio : Quia videlicet fune sic disposito , potentia duplo velociùs movetur quàm pondus , nullâ habitâ vectis ratione. Finge jam funem laxiorem circumplecti cylindrum , & in nodum colligi in X : utique si in X adderetur pondus aliquod raptandum unâ cum cylindro promoto ; facilius raptaretur cylindro hujusmodi funibus revoluta , quàm si cylindrus impulsione potentia proximè applicatæ promoveretur ; & tamen major hæc facilitas ex nullo vecte addito oriretur. An non ergo cylindrus trochleæ orbiculum refert , & funis X orbiculi loculamentum , cui pondus adnectitur : manifesto igitur experimento habetur non ex Vectis rationibus ducendam esse majorem movendi facilitatem , quæ ex simplici trochleâ habetur , quando illi adnectitur pondus.

Sed præstat examinare , quæ præterea dicuntur , quando eidem simplici Trochleæ , cui pondus M adnectitur , etiam funis caput alligatur ; tunc enim potentia momentum triplex est , adeò ut ad attollendum pondus M sufficiat potentia subtripla



illius potentia , quæ absque machinâ attolleret idem pondus. Sic igitur ratiocinantur apud P. Schott in *Magia mechanica* Syntagm. 4. cap. 2. prop. 5. Si fuerit Vectis D E , in cujus medio C sit pondus , fuerit autem quædam potentia in C sustinens , & alia potentia illi æqualis sustinens in E , hypomochlium verò in D , unaquæque potentia est subtripla ponderis sustentati. Quia enim potentia C distat ab hypomochlio D æqualiter ac pondus in C constitutum , sustinet pondus æquale suis viribus ; potentia autem E , quia est in duplo majore distantia quàm Pondus C , sustinet pondus duplum suarum virium.

virium. Quoniam ergo Potentiæ ex hypothesi sunt æquales, & totius ponderis duæ partes sustentantur à Potentia E, & una à Potentia C, illa autem est subdupla ponderis à se sustentati, unaquæque est ejusdem totius ponderis subtripla quo ad vires sustentandi. Cum igitur in propositis Trochleis sit potentia F sustinens in medio, & potentia G in alterâ extremitate sustinens, unaquæque est subtripla ponderis M sustinendi, ac propterea Potentia G si sit paulo major quàm subtripla, erit etiam apta ad movendum pondus.

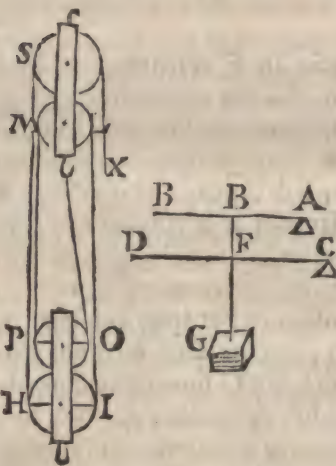
His pariter assentiri nequeo, quæ de ponderis sustentatione dicuntur; nec satis video, an Vecti secundi generis congruant; neque enim solum Potentiæ in medio atque in altera extremitate applicatæ, verùm etiam hypomochlium ipsum exercet vim sustinendi: ex hoc siquidem quod addatur potentia in medio, ubi est pondus, non tollitur omnino pressio, quâ hypomochlium à pondere urgetur. Quare non tòta vis sustentandi dividenda est inter duas illas potentias, sed etiam admittendum est hypomochlij consortium.

Dic autem, quænam est potentia in F retinens pondus? nonne statim ac potentia in G remissiore conatum adhibet, etiam F cum pondere descendit? ipsa quippe Potentia G dum intentum funem FI retinet, sustinet etiam pondus; atque adeò non duæ sunt potentia sustentantes, sed unica. Et quidem, si res sincerè exponatur, pondus sustentetur & à potentiâ G sursum conante, & à clavo S, cui superior trochlea adnectitur, mediis funibus HD, IF retinente, ità ut centrum gravitatis ponderis sit in lineâ Directionis transeunte per ipsum clavum S, si funis GE sit ad perpendicularum, nec in latus retrahat trochleam C: eo autem ipso, quod Potentia G suo conatu prohibet, ne funis excurrat, retinet pondus ex eodem clavo S suspensum. Quapropter ejusdem potentia G est vis illa, quæ & in F, hoc est in C & in E retinet. Quando verò sursum attollitur pondus, eadem est potentia G, quæ sursum trahit F, cui non minùs applicatur medio fune IF, quàm applicetur ipsi E medio fune GE; neque enim in F est alia potentia sponte sursum ascendens, & secum rapiens pondus.

Sed quid frustra confugiamus ad vim sustentandi pondus ex trochleis dependens? si pondus fuerit in plano horizontali tra-

hendum; nihil in trochleis reperitur, à quo sustineatur pondus omnino incumbens subjecto plano, & tamen potentia G est subtripla potentia, quæ sine machinâ in eodem plano traheret idem pondus: ratione vectis E D solum esse potest subdupla; in F nulla est potentia trahens; unde ergo ratione vectis potentia ad trahendum pondus habet momenti incrementum? Quod si dixeris eandem potentiam, quæ in G trahit, etiam trahere in F; igitur conatum non adhibet subtripulum, sed subsequalterum; nam conatur & in extremitate E, & in vectis medio C, ut tu quidem ais, ita ut utrobique sit subtripla vis movendi: fatendum est ergo potentiam trahentem conari ut $\frac{2}{3}$, cum tamen reipsa adhibeat solum conatum ut $\frac{1}{3}$.

Consideremus demum Trochleas pluribus instructas orbiculis, & videamus, quid ex Vecte sperari possit. Statuunt Authores cum eodem P. Schott ibid. prop. 7. si fuerint duo vectes



BA, & DC, ex quorum medio E & F dependeat pondus G, duas potentias æquales in B & D constitutas, simulque æqualiter in sustinendo pondere laborantes, singulas esse subquadruplas ponderis. Nam si sola potentia D sustineret, esset ponderis subdupla, scilicet ut FC ad DC; & si sola potentia B sustineret, esset ipsa pariter subdupla, nimirum ut EA ad BA. Cum igitur ambæ æquales sint, & æqualiter conentur, unicuique respondebit subduplum subdupli, hoc est quarta pars ponderis. Atqui in Trochleis

binos orbiculos habentibus sunt duo vectes HI, & PO in medio sustinentes pondus, hypomochlia in I & O, atque Potentiæ in H & P. Igitur potentia sustinens est ponderis subquadrupla, & movens paulò major subquadruplâ.

Quæ de duobus Vectibus DC & BA dicuntur, illa quidem catenus

eatenus admitto, quatenus singulas potentias D & B sustinentes subquadruplas esse ponderis definiunt; nam perinde se habent, atque si utraque potentia in unius, ejusdemque vectis extremitate simul sustinerent, unicamque potentiam, constituerent, quæ subdupla est ponderis: & quia singulæ potentia sunt ad totam & integram potentiam subduplæ, singulæ sunt ponderis subquadruplæ. Cæterum ex hoc quod ambæ potentia æquales sint, & singulæ solitariae essent subduplæ arguere, quod unicuique respondeat subduplum subdupli, materialiter quidem verum est, non autem formaliter ex modo argumentandi; alioquin si addatur tertius vectis, servatâ eadem argumentandi formâ, tres essent potentia, & unicuique responderet subduplum subdupli, hoc est octava pars ponderis; id quod est falsum. Neque enim ex hoc quod potentia D sustineat pondus in F, facit illud esse minùs grave, quasi transferatur in E factum gravitatis subduplæ, & potentia B subduplam gravitatem ponderis sustineret subduplo conatu, hoc est subquadruplo ejus, qui requiritur ad sustinendum totum pondus; alioquin addito tertio vecte in illius medium transferretur gravitas subquadrupla ponderis, quæ sustineretur à potentia illius subduplâ, ac proinde suboctuplâ totius ponderis; cum tamen in tribus vectibus sic dispositis tres potentia sustinentes singulæ sint solum subsextuplæ. Quod si pondus alligetur medio primi vectis in F, tum extremitas D alligetur medio secundi vectis in E, & deinceps extremitas B alligetur medio tertij vectis, optimè concluditur potentiam in F sustinere subduplum subdupli, & potentiam applicatam tertio vecti sustinere subduplum subdupli subdupli, ac proinde illam esse subquadruplam, hanc verò suboctuplam. Sed hæc dispositio nil juvaret ad explicandum Trochlearum momentum.

Verùm in Trochleâ duas illas potentias in H & P non video; nam unica potentia in X medio fune XSH applicatur quidem puncto H, suoque conatu prohibet ne pondus suâ gravitate deorsum trahat ipsam Trochleam: at in P quænam alia potentia hoc idem efficit? An non eadem Potentia X medio fune XSHILMP applicatur vecti PO in P? igitur eadem potentia exhibet conatum duarum potentiarum subquadruplarum: igitur Potentia non est subquadrupla, sed solum subdupla;

pla; quemadmodum si duos simul vectes in D & B idem sustineret, utique tantumdem virium impenderet in utroque simul sustinendo, quantum si unicus esset vectis.

Neque dixeris sustineri pondus à funibus inferiores orbiculos complectentibus: Hoc enim ad propositam quæstionem nihil est, tum quia nulla est sustentatio, si pondus raptandum sit in plano horizontali, & tamen vis Trochleæ exercetur in motu; tum quia ad pondus retinendum funes vim eandem exercerent, si tam ampla esset unius orbiculi orbita, ut funem utrumque caperet, vel unicus esset funis tam validus, ut utrique illi funi, quibus duo inferiores orbiculi insistant, æquivaleret; tum quia vero propius est dicere, pondus sustineri à clavo, ex quo superior trochlea pendet, quam à funibus, quemadmodum ipsa potentia sustinet; non autem vis sustinendi tribuitur funi illi, quem potentia arripit, & quo medio sustinet: Clavus autem in huiusmodi trochleis, quando potentia trahens proximè applicatur trochleæ clavo adnexæ, perinde sustinet totam atque integram ponderis gravitatem, si plures fuerint orbiculi, ac si unicus esset orbiculus; quamquam potentia minùs reluctans in pluribus orbiculis, minore impetu conetur adversùs pondus, ac proinde illa clavum minùs premat: quando verò potentia proximè applicatur trochleæ inferiori, atque sursum trahit, clavus nec urgetur ab impetu potentiæ, quem nullum recipit, nec ipse sustinet totum pondus. Quod si pondus trahatur in plano horizontali, sola potentia est, quæ adversùs clavum suam vim exercet superando resistantiam ponderis, quod nihil agit adversùs clavum, sed suâ gravitate urget subiectum planum.

Ut autem manifestè deprehendas nihil esse Trochleis cum Vecte commercij, duo ligna accipe, cujuscumque tandem figuræ: singulis tria insint foramina, quoad ejus fieri poterit, exquisitè polita, ut minore conflictu funis excurrere possit: deinde funis alterno ab uno in alterum lignum ductu per foramina trajiciatur: Nam si alterum lignorum huiusmodi certo in loco firmetur, alteri adnectatur pondus, tum funis extremitatem arripens trahas, idem planè præstabis, quod adhibitis orbiculis in communibus Trochleis: & tamen nullum hîc vectis vestigium apparet. Certè in majoribus navigiis malus hinc & hinc
navis

navis lateribus alligatur, ut rectam positionem servet: quia autem rudentes aliquando remittuntur, ut in majore æstu, illis quoque intendi oportet, propterea duo hujusmodi ligna in Ellipsim ferè deformata (vel potiùs in sphæroides Hyperbolium factâ conversione non circa Axem, sed circa ordinatim Applicatam) alterum navis lateri, alterum rudenti adnectunt nautæ, & funem non ad eò crassum per foramina alterno ductu trajiciunt, quem etiam axungia, aut aliâ pinguedine inficiunt, ut faciliùs excurrat. Cum autem remissior factus fuerit rudens, funis illius caput solvunt, & trahentes cogunt ligna illa fieri propiora, ex quo rudens intenditur exiguo trahentis conatu, si animadvertas quàm operosum & incommodum esset alio artificio rudentem remissum intendere. Argumentum hoc, quod olim ante annos vigintiquinque in Collegio Romano meis Auditoribus insinuavi, conatus est P. Schott ubi supra cap. 3. eludere dicens *ligna illa nullo modo habere rationem trochlearum, quia malus, qui est resistivum, & debet trahi versus latera navis, est appensus uni extremo illorum mediante fune, & potentia trahens est applicata alteri extremo eorundem, & nihil dependet intermedium. Mirum ergo non est, si non habeat Vectis rationem.* Verùm, tanti viri pace dixerim, ligna illa ita habent rationem Trochlearum, ut si illorum loco communes Trochleas substituas, idem planè & eodem modo efficias, trochleâ alterâ adnexa navis alteri, alterâ rudenti intendendo: Neque enim malus est resistivum, quod ponderis loco succedit, neque ille ad navis latus trahendus est, aut inclinandus, sed rudentis caput trahendum est, ut malo immoto ad navim accedat, adeoque intendatur: Quare rudens ipse intendendus vicem subit ponderis, quatenus intentioni repugnat, & potentia est applicata funi per lignorum foramina trajecto, sicut applicaretur funi ductario trochlearum orbiculos complexo. Quod si ligna illa non habent rationem Trochlearum, & tamen trahendi facilitatem præstant, ad quam Facultatem Mechanicam spectant? Non ad Vectem, ut ille quoque admittit; non ad Axem, neque ad Cuneum, neque ad Cochleam, ut manifestum est, pertinent: igitur vel novam Facultatem constituunt, vel omnino Trochleæ sunt.

CAPUT III.

An orbiculi magnitudo quicquam conferat.

Quamquam Trochleæ Vires haberi etiam sinè orbiculis superius dictum sit, communiter tamen rotulas suis thecis inclusas, & versatiles adhibemus. Quæritur autem, an rotularum hujusmodi magnitudo quicquam conferat ad faciliorem motum: an verò indiscriminatim rotulis sive majoribus, sive minoribus uti possimus, citra virium notabile dispendium. Quæstioni huic locum fecit Aristoteles Mechan. quæst. 9. ubi inquit, *Cur ea, quæ per majores circulos tolluntur, & trahuntur, facilius & citius moveri contingit, veluti majoribus trochleis, quam minoribus?* & respondet, *An quoniam quanto major fuerit illa, quæ à centro est, in aquali tempore majus movetur spatium?* Quamobrem aquali inexistente onere idem faciet, quemadmodum diximus, & majores libras minoribus exactiores esse; spatium enim in illis centrum est.

Non desunt, qui negent facilius attolli pondus, ex. gr. fitulam aquâ plenam è puteo, si funis insistat orbiculo majori, quàm si minorem complectatur, ac propterea ab Aristotele frustra quæri causam facilitatis, quæ nulla sit. Si enim diameter orbiculi sumatur ut Vectis primi generis hypomochlium habens in centro, potentia & pondus in diametri extremitatibus æqualiter distant ab hypomochlio, ac proinde sive major sit, sive minor diameter, eadem semper manet Ratio æqualitatis momentorum, quatenus ex positione pendent; adeoque nullum est facilitatis in movendo discrimen. Sin autem nullus agnoscatur Vectis, sed potentiæ motus cum motu ponderis comparetur, hos semper æquales esse manifestum est, sive major, sive minor rotula adhibeatur: atque hinc nullum infert momentorum discrimen magnitudo, aut parvitas rotulæ.

Ego tamen, Aristotelem omnino temerè majorem hanc movendi facilitatem per majores orbiculos assumpsisse, affirmare
non

non ausim; neque enim carere potuit experimento aliquo, quo id suaderetur. Difficultas potius suboriri potest, an veram ille afferat causam majoris hujusce facilitatis: Nam quod innuit de libris majoribus, quæ exquisitiores sunt minoribus, quo pacto intelligendum sit, dictum est lib. 3. cap. 6: illud autem hic locum non habere manifestum est. Nemo negat in majoribus circulis, quorum major est Radius, ab extremitate Radij majorem arcum describi, quàm à Radio minore, si tempore eodem similem arcum describant; sunt scilicet arcus similes in Ratione Radium; sed quando rotulæ inæquales commune centrum non habent, neque Radij omnino simul moventur, quasi minor sit pars majoris, quid prohibet eodem tempore arcus quidem æquales, sed dissimiles, describi? Nam si potentia trahens descendat per spatium palmare, sive rotula major sit, sive minor, pondus ascendit per palmum, & punctum in orbitâ rotulæ tam majoris quàm minoris notatum describit arcum palmarem: hoc autem tantummodo differunt, quod in universo ponderis elevati motu rotula minor sæpius convertitur quàm major, & conversionum numeri sunt reciprocè in Ratione Radium: sic si Radius minor ad majorem sit ut 4 ad 9, novem conversiones minoris eodem tempore fiunt, ac quatuor conversiones majoris rotulæ, si à Potentiâ æqualiter moveantur. Quare æquali tempore major Radius non movetur per majus spatium; movetur siquidem æqualiter cùm potentiâ trahente & pondere ascendente, quemadmodum & minor Radius.

Ut igitur Aristotelis dicto veritatem aliquam conciliemus, quæ tamen experimentis respondeat, illud observandum est, quod superius innui, videlicet eo consilio excogitatos esse orbiculos, ut impedimentum ex funis attritu submoveatur, qui sanè tantus esset cum corpore, cui funis insistit, quanta est funis longitudo æqualis motui ponderis, quod trahitur. At in orbiculo versatili solus axis teritur à cavâ foraminis superficie axis superficiei congruente, quæ eò minor est, quò minor est axis diameter diametro ipsius orbiculi: perimetri enim sunt in Ratione diametrorum. Quare si Axis diameter ad orbiculi diametrum sit ex. gr. subquadrupla, conflictus axis cum orbiculo est subquadruplus ejus, qui esset orbitæ orbiculi stabilis cum fune mobili; immò adhuc minor est quàm subquadruplus, funis enim multò

asperior est quàm superficies axis & foraminis sibi congruentes. Quoniam verò axis soliditas definitur ex pondere, quod ab eo sustinendum est, idem esse potest axis cum majore, & cum minore orbiculo. Si ergo eidem axi major orbiculus inseratur, manifestum est minorem fieri attritionem datâ motûs æqualitate. Nam orbiculorum orbitæ ex hypothesi sint in Ratione duplâ, minoris autem orbiculi peripheria ad axis ambitum sit in Ratione quadrupla, jam orbita majoris orbiculi ad ambitum axis est in Ratione octupla: ponamus ambitum axis esse digitorum 4, orbita minor est digitorum 16, orbita major digit. 32: igitur si adhibeatur minor orbiculus, dum potentia & pondus pariter moventur per digitos 16, tritus cum axe est per digitos 4 (pono scilicet axem & foramen se invicem terere in puncto, in quo exercetur sustentatio) adhibito autem majore orbiculo, dum potentia & pondus per digitos 16 moventur, tritus cum axe est solum per digitos 2, semissem ambitûs foraminis. Ubi autem est minus movendi impedimentum, facilius est motus; igitur majore orbiculo facilius movetur pondus.

Sed ut rem ipsam penitiùs introspeciamus, animadvertendum est conflictum orbiculi cum Axe non fieri in centro motûs,



quod idem est cum centro Axis, sed in ipsius axis superficie: quapropter hinc pondus repugnans, hinc potentia contranitens suas exercent vires in axem non per lineam ad ejus centrum ductam, sed per lineam à punctis potentia & ponderis contingentem ejusdem axis superficiem. Sic posito Axe, cujus centrum C, semidiameter ad perpendicularum CA, si in extremitatibus diametri orbiculi DB sit in B potentia, in D pondus, illa suas vires in Axem exercet per lineam contingentem BE, hoc verò per lineam DF. Similiter si potentia sit in G, & pondus in I extremitatibus diametri orbiculi majoris circa eundem Axem, illa vires exercet per contingentem

tem

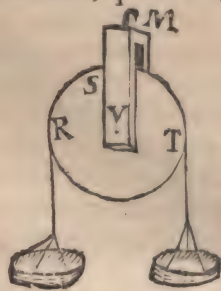
tem GH, hoc per IL. Potentia igitur B trahens, punctum F orbiculi minoris cogit ascendere in A, & potentia G cogit punctum L orbiculi majoris ascendere pariter in A. Porro punctum L propius esse puncto A, quàm punctum F, est manifestum, quia minor Secans CD & minor Tangens DF comprehendunt arcum SF minorem, quàm sit arcus SL comprehensus à majore Secante CI & majore Tangente IL. Hinc ex Doctrinâ Sinuum constat in Radio CA minorem particulam respondere arcui LA, quàm sit particula respondens æquali arcui incipienti ab F versus A. Igitur datâ motûs æqualitate, potentia scilicet trahentis tantum funem, quantus est arcus LA, minùs resistit ascensui punctum L, quàm punctum F, & citiùs L venit in A per breviorum arcum LA, quàm veniat F per longiorem arcum FA. Potentia itaque in G faciliùs, hoc est minore labore, cæteris paribus movebit pondus in I positum, quàm potentia eadem minori orbiculo in B applicata moveat idem pondus in D.

Neque dixeris ex æquali funis tractione pondus in suâ perpendiculari lineâ Directionis æqualiter ascendere, sive fuerit in D, sive in I, ac propterea nullum inveniri facilitatis discrimen in illo attollendo. Quia adhuc considerandum est pondus, quatenus est applicatû Axi medio orbiculo, in quo axe dum ascendit, ascendit pariter in suâ perpendiculari lineâ Directionis; & quamvis in hac æqualiter se habeat, non tamen est æqualiter applicatû axi: lineæ autem GH, IL productæ concurrerent in angulum magis obtusum, quàm lineæ BE, DF; quapropter sibi invicem minùs adversantur, quò propius accedunt ad rectitudinem.

Verùm facilitas ista non est cum additamento momenti, quod à machinâ efficitur; Machina enim tribuens movendi facilitatem est pariter causa tarditatis motûs; at hîc *faciliùs & citiùs* per majores circulos moveri pondus docet Aristoteles; quatenus videlicet sublatâ impedimenti particulâ, quæ ex tritu oriretur, potentia faciliùs & citiùs movetur, cum qua pariter æquali planè motu etiam pondus movetur, quod tamen per machinam tardiùs moveretur, quàm potentia.

Quod si cylindricam axis superficiem non admittas omnino congruere cavæ superficiei foraminis, jam contactus Axis est solum ad punctum A utriusque orbiculi tam majoris, quàm mino-

ris, & tunc refert quandam libræ similitudinem, cujus jugum sit aut G I, aut B D, & spartum in loco superiore A. Sed non eadem hîc militat ratio, quæ in librâ: nam in brevioribus libræ brachiis, quando pondera sunt inæqualis gravitatis, extremitas brachij descendens in suo motu deflectens à lineâ rectâ, etiam deflectit à perpendiculo eò magis, quò minor est semidiameter circuli, cujus arcum describit; at in longioribus brachiis majorem arcum describentibus similem minori, minùs deflectit à perpendiculo; ac proinde in descensu pauciora deteruntur gravitatis momenta, cum magis obsecundet naturali gravitatis propensione, quæ nititur ad perpendiculum. At hîc in orbiculis, si Potentia movens sit gravitas aliqua major pondere attollendo, non cogitur deflectere à perpendiculo, sive major, sive minor fuerit orbiculus. Quapropter non ex Rationibus libræ philosophandum est, sed considerata est pressio superanda, quæ fit in A, tùm pondere, tùm potentia deorsum, ex hypothesi, conantibus; vel si pondus in plano, cui insistit, raptandum sit, pressio fit vi potentia trahentis pondus resistens. Avellenda est igitur ab Axe pars orbiculi illum tangens in A: sed posito æquali motu potentia tùm in B, tùm in G, minor motus & tardior particula A efficitur, si potentia moveat in G, quàm si moveat in B: facilius igitur illa movet præ istâ. Minorem autem & tardiozem esse motum in A, ubi vincenda est vis pressionis, constat, quia, ut semel foramen orbiculi minoris percurrat axem in A, totus ille convertendus est; at orbiculi majoris punctum in orbitâ designatum si moveatur æquali motu ac punctum minoris orbitæ, non absolvit integram revolutionem; atque adeò orbiculus major æquale habens foramen cum orbiculo minore, sed multo majorem orbitam, motu æquali non percurrit Axem in A, nisi juxta partem, quæ respondeat revolutioni orbitæ, quam constat non esse integram.



Hinc conjicere licet posse orbiculo constructui satis exactam libræ. Fiat ex ligno aut ex materia metallicâ discus R S T, cujus centrum V, ejusque orbita ad tornum modicè excavetur, ut illi insistere possint funiculi lancium. Tum in V centro fiat foramen exquisitè rotundum atque politum, cui indatur Axis pariter politus & lævis:

axis

axis autē extremitatibus hinc atque hinc eminentibus alligetur fila, inter quæ interceptus discus possit suspendi. Si gravitas fuerit per universam laminam æquabiliter diffusa, cōsistet discus in quacumque positione; sin autem partes fuerint secundum gravitatem inæquales, ita sponte convertetur discus, ut pars gravior inferiorem occupatura locum usque eò descendat, dum centrum gravitatis sit in lineâ directionis perpendiculari transeunte per punctum suspensionis, & punctum contactus orbiculi cum axe. Hanc perpendicularem lineam refert, atque designat filum, ex quo suspenditur. Notato igitur diligentissimè puncto S, in quo fila suspensionis tangunt extremam orbitam, ibi est locus apponendæ lingulæ, atque ibi firmandus est uterque funiculus S R & S T. Amotis igitur funiculis, seu filis, ex quibus prius suspendebatur orbiculus, atque adjectâ opportuna lingulâ, apponatur ansa V M, quæ includet lingulam, si hæc fuerit ritè collocata. Demum pendentibus funiculis adnectantur lances ita, ut æquilibrium constituent, quod à lingula indicabitur. Sic parata erit, ut opinor, exactissima libra, de quâ dubitari non possit, an centrum motûs verè respondeat lineæ, in qua est centrum gravitatis: æqualitas brachiorum V R, V T est manifesta propter faciliorem circuli constructionem, quàm brachiorum rectorum æqualitatem æquabili & æquali gravitate præditam: pondera autem si inæqualia lancibus imponantur, semper in eodem perpendiculo consistunt, sive descendant, sive ascendant: lingula verò quia satis longa est, quippe quæ incipit ab V, quamvis additamentum factum sit in S, vel modicissimam inclinationem in alterutram partem indicabit.

Cum itaque negari non possit in simplici orbiculo aliquam demum movendi facilitatem aquiri, si ille major fuerit, quàm si minor, hoc pariter in Trochleis contingere posse non negarem adhibitis majoribus orbiculis potius quàm minoribus. Verum attendendum est, an sit operæ pretium tam ingentes trochleas movendis ponderibus adhibere; illa enim & majore dispendio construerentur, & essent valde graves, & agrè transferri possent, si notabili aliquâ magnitudine præditæ essent. Quare nemini auctor essem, ut rejectis minoribus orbiculis majores quæreretur; communiter enim valde mediocribus trochleis utuntur artifices, & satis commodè perficitur motus, si orbicu-

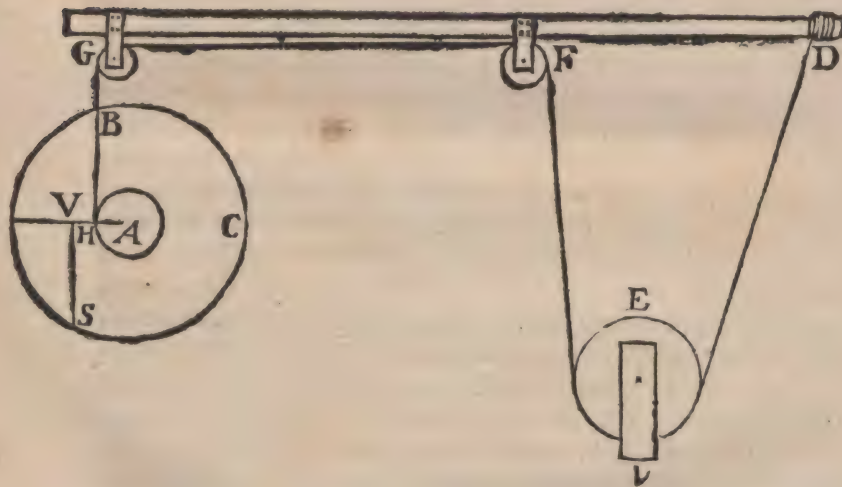
li

li facilè convolvantur : commodum verò, quod accederet ex aliquatenus diminuto orbiculorum cum suis axibus conflictu, non tantum est, ut majore incommodo parandum sit.

CAPUT IV.

Qua Ratione Trochlearum vires augeantur.

EX dictis cap. I. satis notum est Trochlearum vires augeri pro multitudine orbiculorum : sed quoniam non præstat ingentes Trochleas construere, propterea satius est Trochleas cum aliâ quâpiam Facultate componere, & potissimum cum Axe in Peritrochio, sive Sucula sit, sive Ergata, sive Tympanum, quorum Axi dum in conversione circumducitur funis ductarius, Trochleæ evadunt propiores, & adducitur pondus.



Ejus rei meminit Lucret. lib. 4 : Multaque per Trochleas & Tympana pondere magno commovet, atque levi sustollit machina nisu. Et quidem superiore loco, uti de Tympano agebatur, indicata est methodus geminandi vires Tympani A B C S, si

si nimirum trabis exporrectæ extremitati D alligetur funis ductarius, qui primum transeat per orbiculum E ponderi attollendo adnexum, deinde per orbiculos F & G trabi adhærentes, per quos demum venit ad Axem H, cui circumducendus est. Quia enim potentia in F duplo velocius movetur quàm E, & Potentia in S premens Tympanum movetur velocius quam F, in Ratione partis semidiametri tympani ad semidiametrum Axis, hoc est in Ratione A V ad A H, manifestum est geminari momenta tympani solitariè accepti. Quod si tam extremitati D, quàm Ponderi adnecterentur Trochleæ, adhuc major esset vis Tympani aucta per Trochleas, & vicissim major Trochlearum vis aucta per Tympanum. Hinc si essent duæ trochleæ binis orbiculis instructæ, & funis caput inferiori trochleæ adjungeretur, quintuplex fieret tympani momentum, & vicissim trochlearum momentum acciperet incrementum in ratione A H ad A V.

Distinguenda sunt autem onera, quorum alia sunt mediocria (nam minora facilè solis trochleis attolluntur, arreptâ ab hominibus funis ductarij extremitate) alia majora, & ingentia, quæ à Vitruvio, ut aliàs innui, Colossicotera dicuntur. Pro mediocribus ponderibus ad operarum numerum minuendum Trochleis adjungi potest Sucula, cui circumducatur funis ductarius: compositis enim Rationibus Suculæ & Trochlearum, habetur Ratio momenti potentiæ ad Pondus. Si non ad multam altitudinem attollendum sit Pondus, neque proximo parieti trabem infigi expediat, cui Trochlea adjungatur, & ex qua onus dependeat, ex Vetruij præscripto lib. 10. cap. 2. tigna tria parantur longitudine & soliditate respondentia oneris magnitudini & gravitati; hæc à capite fibulâ aut funibus conjuncta, in imo divaricata eriguntur, quasi in pyramidis triangularis speciem. Quod si timeatur, ne in hanc aut illam partem machina inclinetur, funibus in capitibus collocatis, & circa dispositis in adversas plagas, atque firmatis, erecta retinetur. In summo, ubi tigna coeunt, alligatur Trochlea; & inferius, ubi commodè applicari possit Potentia, exteriori duorum tignorum divaricatorum faciei firmiter affiguntur Chelonia, hoc est fulcra quædam rotundum foramen habentia, in quæ conjiciuntur Suculæ capita; ut Axis facilè versetur. Sucu-

G G g g

la autem proximè capita aut habet infixos Radios , aut saltem bina foramina ita temperata & disposita , ut vectes in ea immit- ti possint variæ longitudinis pro opportunitate atque necessita- te , habitâ ratione loci & ponderis. Altera Trochlea adnecti- tur ponderi , prout commodius acciderit , & funis ductarij ex- tremitas superiori trochleæ adnectitur , ejusque per Trochlea- rum orbiculos trajecti caput ad Suculam religatur , cujus con- versione attollitur pondus. Machinam hanc aliqui artifices *Capram* vocant.

Ex his , si data fuerit ponderis gravitas , & nota Potentiæ virtus , definies trochlearum orbiculos , aut saltem vectium lon- gitudinem , qui facilius parari possunt , & commutari pro re natâ , quàm aliæ trochleæ inveniri. Sint itaque trochleæ bi- nis orbiculis instructæ ; harum forma & positio non nisi qua- druplum potentiæ motum determinat , si cum motu ponderis comparetur. At potentia universa sint duo homines , singuli valentes attollere libras 25 ; atque adeò potentia est lib. 50 ; quæ si proximè applicetur funi ductario trochlearum , poterit solum attollere gravitatem quadruplam , hoc est lib. 200. Quo- niam verò oblatum pondus est ex hypothese lib. 1000 , hoc est quintuplum librarum 200 , addenda est trochleis Ratio quin- tupa Succulæ , cujus Radij aut Vectes sint quintupli semidia- metri Axis ejusdem Suculæ. Nam Potentia Vectibus aut Ra- diis applicata quintuplo velocius movetur , quàm extremitas funis ductarij Axem complexi ; hæc autem quadruplo velocius quàm pondus ; atque idcirco potentia vigecuplo velocius mo- vetur quàm pondus , poteritque movere pondus vigecuplum librarum 50 , hoc est lib. 1000.

Quod si ad insignem aliquam altitudinem evehendum sit pondus , non est opus tria hujusmodi tigna compingere , sed ut sumptibus & labori parcatur , satis est non procul à pondere longiorem trabem , etiam ex pluribus aptè & firmiter con- junctis compositam , erigere , atque funibus in oppositas vento- rum plagas dispositis ita ejusdem caput firmare , ut nullam in partem vi suspensi ponderis inclinetur. Verùm quidem est tra- bem hujusmodi (Antennam aliqui dicunt) non omnino ad perpendiculum erigi , sed modicè inclinatam statui , ut à sum- mo vertice pendens ad perpendiculum sarcina , quæ attollitur ,
non

non incurrat in trabem. Modicè, inquam, inclinata statuitur trabs ista (nisi fortè illa altiùs defodiatur, & circum fistucatione solidetur, tunc enim poterit magis inclinata statui) quia propter notabilem longitudinem ita potest inclinari, ut linea directionis ab illius centro gravitatis ducta cadat intrà (vel certè non admodum ultrà) basim sustentationis, atque perpendiculum à summo vertice descendens & illi lineæ parallelum tanto absit intervallo, quod satis sit ad elevandum pondus citra periculum collisionis cum trabe: cui periculo occurri non potest in tigno breviorè, quo valde inclinato ad vitandum hujusmodi periculum collisionis, linea directionis ab ejus centro gravitatis cadens multo notabiliùs recederet à basi sustentationis: propterea ubi brevioribus trabibus fuerit utendum, tres modo superiùs dicto compinguntur, ut se invicem fulciant sponte consistent, & pondus non contingant. Capiti igitur erectæ trabis longioris altera trochlea alligatur, altera oneri; sed ad trabis pedem orbiculus unus firmiter adnectitur, per quem funis ductarius juxta trabis longitudinem descendens trajicitur, & ad Ergatæ axem adducitur, ut ex ejus revolutione funis trahatur: orbiculum hunc Græci *επαγόντα* Latini Artemonem vocant, ex Vitruvio lib. 10 cap. 5. Hic tamen infimus orbiculus cum nihil immutet aut potentiæ velocitatem, aut ponderis tarditatem, nihil addit momenti ipsi potentiæ ad onus attollendum, sed ideò potissimùm adhibetur, ut funis commodiùs Ergatæ circumducatur.

Quare Potentiæ momenta componuntur ex momentis Trochlearum & Ergatæ; quæ si innotescant, & data sit potentiæ virtus movendi, manifestum erit pondus, quod illa Ergatæ applicata movere poterit. Sic si Trochleæ binos habeant orbiculos, qui dant Rationem quadruplum, Vectis autem Ergatæ sit ad ejusdem Axis semidiametrum ut 20 ad 1, Ratio, quæ ex quadruplâ, & vigeuplâ componitur, est octuagecupla; ac proinde potentia extremo Vectis applicata poterit movere pondus octuagecuplum ejus, quod sinè machinâ movere potest.

Hinc si potentia movere valeat libras 50, huic machinæ applicata movebit pondus lib. 4000. Illud autem commodi habet Ergata, quod in illâ convolvendâ uti possumus jumentis extremo vectis applicatis: & experimento didicimus trochleis

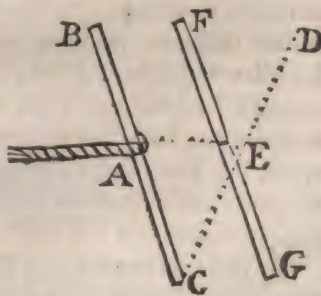
binorum orbiculorum, & Ergatâ attolli à duobus equis pondus librarum non minùs quàm triginta millium. Cum enim sint duo equi, unusquisque movet libras 15000; sed quia Trochleæ dant Rationem quadruplam, accipe librarum 15000 quadrantem 3750, & ope trochlearum, si solæ essent & ab Ergatâ sejunctæ, unicuique equo adhibendus esset nîsus subquadruplus, videlicet conatus sufficiens ad movēdas absque trochleis libras 3750: quoniam demum Ergatæ Vectis ad semidiametrum axis est ex. gr. decuplus, singuli equi adhibent conatum adhuc subdecuplum, quo scilicet moverent libras 375: est nimirum, ex hypothesi harum trochlearum, & hujus Ergatæ, motus potentiæ ad motum ponderis quadragecuplus; ac proindè potentia adhibet conatum, quo moveret absque machina gravitatem dati ponderis subquadragecuplam.

At verò si pondera attollenda sint omnino ingentia & colossicoterà, non satis fuerit trabem erigere, sed ex pluribus trabibus invicem compactis sive funibus, sive ferreis retinaculis, & clavis quasi crassiores columnas erigere, easque transversis aliis trabibus inter se colligare, aut etiam obliquis fulcire oportet, & circa pondus componere validissimum castellum, quod nullam in partem inclinari queat: ut deinde pluribus Trochlearum paribus cum suis Ergatis ritè collocatis machinator tutò aggredi possit opus. Hîc autem multo commodius accidit plures communes Trochleas & Ergatas adhibere, quàm pauciores trochleas plurimorum orbiculorum construere, quæ longissimum funem ductarium exigerent, aut ingentes Ergatas statuere, quarum vectis valde longus non nisi in amplo spatio circumagi posset. Illud Machinatoris solertiæ relinquitur, quod Ergatas singulas atque Trochleas tam aptè disponat, ut sibi invicem impedimento non sint. Quod si, dum moles ipsa elevatur, fulcra subinde opportuno loco subjicias, quibus illa innitatur, multo certius, nec sine laboris compendio, rem totam perficies.

Quod demum ad funes attinet, in ponderum ingentium elevatione duplex periculum præcavendum est; alterum, quod plures Trochleæ diversis ponderis partibus applicantur, ne scilicet funes aliquarum Trochlearum vi ponderis plus justo distendantur, & longiores fiant, quàm par sit, ut pondus usque
in

in destinatum evehatur locum, & aptè collocetur; una enim parte jam ferè suum in locum deductâ, reliqua pars adhuc distaret, nec potentia trochleis illis applicata sola ad perficiendum motum sufficeret. Alterum est, ne ex motu, & vehementi funium cum orbiculis, aut orbiculorum cum axibus tritu, nimis incalescant, atque ignem concipiant. Sed utrique periculo occurritur, si aquam in promptu habeas, qua funes aut trochleæ madefiant; illa enim non solum incensionis periculum submovet, verùm etiam funes contrahit.

In plano autem horizontali aut inclinato longè facilior est motus, potentia quippe caret labore retinendi onus, quod innitur plano; & quamvis hoc sit inclinatum (non tamen lubricum, neque pondus incumbat scytalis, seu cylindris) ita pondus suâ gravitate premit subjectum planum, ut etiam dimissum non facile prolabatur: ut tamen in hujusmodi planis faciliùs trahatur, expedit cylindros supponere, aut rotas addere, aut illud trahæ imponere. Hic pariter ad trahendum juvari potest potentia, si funis ductarij per Trochleas trajecti caput ad Axem Ergatæ, aut Suculæ, aut Tympani referatur; prout majora aut mediocria fuerint pondera. In minoribus autem ponderibus raptandis, etiam simplici Vecte, & quidem expeditissimè, augeri possunt momenta Trochlearum; si nimirum vecti circa medium alligetur caput funis ductarij, & inclinati vectis caput subinde transferatur. Sit enim ductarij funis extremitas A; hæc in A religetur vecti B C, qui terram premat in C, quod est hypomochlium, & potentia movens sit in B; quæ, manente extremitate C, dum promovetur in D, funis caput venit ex A in E: tunc iterum inclinetur vectis C D, ut habeat positionem F G, & potentia similiter circa punctum G manens moveatur ex F versùs D, atque ulteriùs adducatur funis caput E, & sic deinceps. Quod si progredi nolueris, sed eodem in loco consistere, ubi vectis positionem C D nactus fuerit, & A venerit in E, retrahe D ite-



GGgg 3

rum in B, atque particulam funis A E ita vecti convolve, ut excurrere nequeat; nam iterato vectis motu trahetur funis, & cum trochleâ pondus; motûque hujusmodi continuato destinato in locum adducetur pondus. Quantum verò sit hoc compendium, illicò innotescet, si observaveris ut minimum geminari momenta potentiae, si videlicet punctum A præcisè medium fuerit æqualiter ab extremitatibus B & C distans: quod si A C sit triens rotius B C, momentum potentiae triplicatur, & est Ratio composita ex Ratione Trochlearum, & Ratione Vectis.

Ut autem manifesto experimento deprehendas, quàm tenuis Potentia Trochleis cum Axe in Peritrochio compositis non leve pondus trahat, in extremitate tabulae non ruditer dolatae duos perpendiculares tigillulos erige intervallo digitorum quatuor, illósque junge transversario similis crassitie, non tamen à plano absit nisi quatuor digitos: Deinde supra transversarium intervallo saltem digitorum octo statue axem in tigillis facillimè versatilem, cujus diameter vix digitalis sit: alteri autem hujus axis capiti rotam circumpone, cujus diametrum digiti duodecim metiatur: quæ rota ut levis sit, bino radiorum ordine constet aptè colligatorum, & circa perimetrum emineant palmulae, ut in molendinorum aquaticorum rotis, ex levi materiâ, cujusmodi esset crassior charta, aut membrana, aut quid simile valens flatum excipere. Tum parvulae trochleae duae binis orbiculis instructae firmentur, altera quidem in transversario tigillorum, altera in extremitate asserculi, cui onus aliquod est imponendum, eique aut rotæ, aut cylindruli subjiciantur, ut facillè mobilis sit; & trochleae mobili adnectatur extremitas funiculi serici, qui per orbiculos trochlearum trajectus demum ad Axem referatur. Nam si in rotæ palmulas vehementius insuffles, rota convolvetur, & cum illâ Axis, atque adeò funiculum involutum sequeretur trochlea cum pondere ferè sexagecuplo ejus, quod flatu eodem exsufflare posses. Aut potius Æolipilam aptè colloca, ut flatus ex illâ exiens in palmulas incurrat, & ex ponderis, quod asserculo impositum movetur, gravitate cognoscas impetum, quo flatus ex Æolipilâ erumpit, si Ratio Trochlearum, quæ est quintupla, componatur cum Ratione diametri rotæ ad diametrum axis, quæ, ex constructione, est duodecupla: cum enim sit Ratio, sexagecupla, fiat ut 60 ad 1, ita gravitas ponderi;

ponderis, quod per huiusmodi machinulam trahitur, ad pondus, quod flatu illo impelli posset sine machinâ.

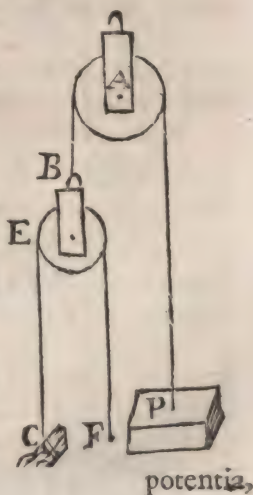
CAPUT V.

Trochlea Trochleis addita plurimum augent momenta Potentia.

Quodlibet oblatum pondus datâ Potentiæ virtute movere adhibitis Trochleis omnes norunt, si binas trochleas tot intruant orbiculis, quot exigit Ratio ponderis ad potentiam, aut plura communium trochlearum paria cum pluribus Ergatis adhibeant: quo in opere quàm immanes trochleas esse oporteret, si centenos aliquot, aut millenos orbiculos singulæ continerent, aut quot Ergatæ, quantoque dispendio statuendæ essent, ex methodo superiori capite traditâ, nemo non videt. Hic ergo solis Trochleis rem facillimè perfici posse me demonstraturum confido, prout in *Terrâ machinis motâ* dissert. 1. indicavi.

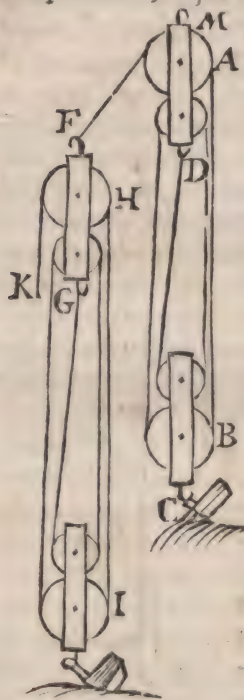
Et primò quidem simplici orbiculo stabili elevari potest pondus cum incremento momentorum Potentiæ deorsum trahentis

(id quod multo facilius accidit, quàm sursum trahere) si extremitati funis loco Potentiæ adnectatur alius orbiculus, cuius funis in loco inferiore alligatus fuerit. Sit Pondus P, orbiculo stabili A elevandum: utique Potentia funi ductario in B applicata non attollet pondus, nisi ejus gravitas, aut virtus movendi major fuerit gravitate ponderis P. Adnectatur in B orbiculus versatileis E: & paxillo in C firmato alligetur caput funis per orbiculum E transeuntis: Nam potentia in F funem trahens duplo velocius movetur quàm orbiculus E, hoc est B extremitas funis ductarij, quæ cum pondere P æqualiter movetur: ac proinde



potentia, quæ duplo velocius movetur quàm pondus, satis est si fuerit paulo major, quàm subdupla ponderis.

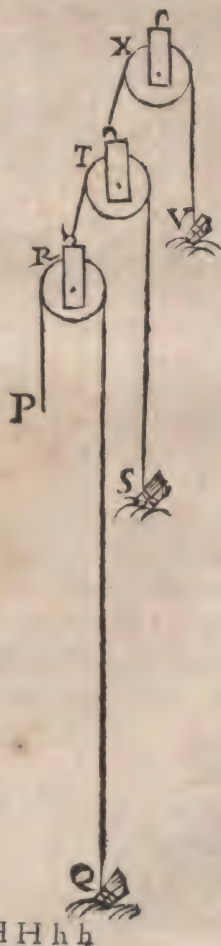
Ex hoc quasi rudimento continuo se se offert methodus componendi trochleas conjugatas; si nimirum duabus trochleis aptè dispositis ad trahendum pondus, funis ductarij extremitati non applicetur potentia, sed alia trochlea adnectatur, quasi ibi esset pondus, & harum trochlearum secundò positarum funi applicetur potentia, cujus momenta ex Trochlearum rationibus com-



ponuntur. Sint duæ Trochleæ A & B binis orbiculis instructæ; pondus in M adnexum sit trochleæ A; & trochlea B firmetur in C: funis autem ductarius in D alligetur trochleæ A mobili: utique Potentia in F habet momentum quintuplum, quia quintuplo velocius movetur, quàm pondus in M adnexum. Sed iterum duæ aliæ Trochleæ H & I binos orbiculos habentes parentur, & trochlea H mobilis jungatur extremitati funis F, trochlea verò I stabilis sit. Trochlearum H, I funis ductarius alligetur in G trochleæ mobili; & potentia in K applicata quinquies velocius movetur quàm F; ergo & vigesies quinquies velocius quàm pondus adnexum in M. Illud igitur pondus, quod quinque homines applicati in F traherent, ab unico homine in K applicato atque trahente adducitur, qui unus æquivalet viginti quinque hominibus pondus absque trochleis trahere conantibus.

Cum itaque communes Trochleæ in promptu sint, manifestum est, quàm facile multiplicari valeant momenta potentie quæ cæteroqui in exemplo proposito duas trochleas singulas duodenarium orbiculorum exigeret, ut unus homo præstaret idem, quod viginti quinque. Quod si adhuc duas similes trochleas adhiberes, & alteram similiter in K adnecteres, unus homo æquivaleret hominibus 125 trahentibus: hinc si unus ille homo tanto conatu trahat, quanto traheret libras 50, omnino solus tribus his trochlearum paribus movebit pondus librarum 6250. Sed

Sed si quem admiratio capiat duodecim orbiculis in sex trochleas distributis tantum pondus moveri, admiretur adhuc amplius iisdē duodecim orbiculis in duodecim simplices trochleas distinctis, quæ binæ & binæ conjungentur, longè majus pondus posse trahi. Nam si trochleæ mobili, cui alligatur pondus, etiam funis extremitas adnectatur, jam singulæ Trochlearum conjugationes dant rationem triplam; sunt igitur sex Rationes triplæ compositæ; ac propterea prima conjugatio dat Rationem 3 ad 1; secunda 9 ad 1; tertia 27 ad 1; quarta 81 ad 1; quinta 243 ad 1; sexta 729 ad 1: & hæc est Ratio motus potentia ad motum ponderis. Quare si potentia conetur ut 50, ducatur 729 per 50, & potentia trahere valebit pondus librarum 36450. At verò si duodecim illæ simplices trochleæ nō fuerint conjugatæ, sed singulæ seorsim suos habeant funes, ita ut primæ adnectatur pōdus, & secundæ jungatur extremitas funis ductarij primæ, atque ita deinceps, jam multo majus erit momentum potentia; erunt scilicet duodecim Rationes duplæ cōpositæ. Sit enim trochleæ X adnexum pondus, funis illius alligatus in V, & ejusdem capiti adnexa sit secunda Trochlea T; cujus pariter funis alligatus in S reliquā extremitate jungatur cum tertia Trochleâ R, ejusque funis similiter firmatus in Q veniat ad P, cui deinceps quarta trochlea adjungatur, & sic de cæteris consequentibus. Certum est T moveri duplo velocius quàm X, & R duplo velocius quàm T, & P duplo velocius quàm R; ac proinde P moveri octuplo velocius quàm pondus in X. Si igitur duodecim rationes duplæ componantur, erit demum Ratio 4096 ad 1. Quapropter potentia in extremitate funis trochleæ duodecimæ similiter conata ut 50, movebit pondus librarum 204800.



H H h h

Ex his vides posterioribus trochleis minùs repugnare pondus quàm prioribus, atque propterea funes ductarios posteriorum trochlearum posse exiliores esse, quamvis longiores; eoque deveniri posse, ut potentia subtilissimo funiculo applicetur, & securè trahat valde magnum pondus. Semper autem tractionis mentionem feci, non elevationis, quia in illa faciliùs quàm in hac uti possumus huiusmodi trochlearum complexione: quamquam etiam in elevatione ad mediocrem altitudinem, dispositis duabus trochleis, quasi illas tantum adhibere oporteret, possumus extremitati funis ductarij adjicere trochleam, cujus comparè paxillo in terram firmiter depacto alligemus; aut etiam, si altitudo superpetat longè major eâ, ad quam attollendum est pondus, in supremo loco statuere possumus trochleam stabilem secundæ conjugationis, & mobili trochleæ adnectere extremitatem funis ductarij priorum trochlearum, in quibus propterea caput funis adnectendum est trochleæ mobili, cui adhæret pondus evehendum.

Non est autem dissimulandum incommodum, quod ex hac trochlearum dispositione atque complexione oritur, scilicet magnam funium longitudinem requiri, nec non ingens spatium, in quo disponantur duo illa Trochlearum paria, quibus vigequintupla fiunt Potentiæ momenta. Quia enim in Trochleis adnexam sarcinam adducentibus sunt quatuor funis ductus æquales trochlearum intervallo, utique, si eidem trochleæ pondus ac funis alligatur, totus explicatur ultra terminum, cui trochlea stabilis adnectitur: quare trochleam mobilem secundæ conjugationis adnexam extremitati funis priorum trochlearum constituere oportet distantem à suâ trochleâ stabili non minùs quàm intervallo quintuplo distantia priorum: ac propterea harum posteriorum funis explicatus excurrit ultra terminum, cui affigitur compar trochlea stabilis spatio illius quintupli intervalli quadruplo, hoc est vigecuplo intervalli priorum trochlearum; cui si addatur distantia posteriorum quintupla distantia priorum, Potentia trochleæ secundæ mobili applicata funem trahens movetur vigequintuplo velociùs quàm pondus, & exigit spatium vigequintuplum distantia priorum trochlearum, si illa velit progredi, quantum fert longitudo funis explicati; id quod necesse est, si funis à jumentis trahatur,
nec

nec circumducatur Ergatæ ; tunc enim non tantum spatij requiritur, & momentum Ratione Ergatæ augetur. At si Potentia trahens sint homines, satis est si propè secundam trochleam stabilem consistent. Quare si quis voluerit hujusmodi quatuor trochlearum complexione uti, ut potentia obtineat momentum vigequintuplum, requiritur spatij longitudo quintupla spatij, per quod deducendum est pondus. Quod igitur ad funium longitudinem spectat, longitudo funis priorum trochlearum est quadrupla spatij percurrendi à pondere, & longitudo funis posteriorum est ejusdem spatij vigecupla ; hic tamen posterior funis potest esse priore tenuior atque exilior, ut dictum est.

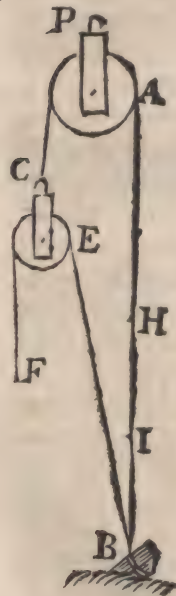
Dixerit fortasse aliquis, rem minùs attentè considerans, posse posteriores trochleas habere funem non longiorem fune priorum ; sed quia, ubi ille totus explicatus fuerit, pondus non est adductum nisi ad quintam partem spatij, posse trochleas illas posteriores ita invicem disjungi, ut ea, quæ est mobilis, adjungatur funi ductario propè trochleam priorem mobilem ; nam potentia iterum trahens adducet pondus : id quod sæpius iterari potest.

Verùm hoc fieri omnino non posse deprehendes, si observaveris, nunquam hoc pacto adduci pondus nisi per quintam partem reliqui spatij ; quare aliquid semper relinquitur, quin ad destinatum locum pondus perveniat. Si placuerit tamen hunc laborem assumere in disjungendis posterioribus trochleis, priores trochleas ita invicem disjunctas initio colloca, ut earum intervallum sit saltem sesquialterum spatij, per quod pondus moveri oportet ; sic enim repetito quinquies trahendi labore obtinebis propositum motum : primâ videlicet tractione deducitur pondus per totius intervalli $\frac{1}{5}$; in secunda per ejusdem intervalli $\frac{2}{5}$; in tertiâ per $\frac{3}{5}$; in quartâ per $\frac{4}{5}$; in quintâ per $\frac{5}{5}$; quæ partes si in summam redigantur, dant $\frac{15}{5}$, hoc est paulo amplius quàm $\frac{3}{1}$ propositi intervalli, quantum satis est ad perficiendum destinatum spatium. Ubi vides ; si intervallum assumptum fuisset paulo majus quàm duplum destinati spatij, tertiâ tractione absolvi propositum motum ; nam $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{10}{5}$ si colligantur in summam, dant $\frac{12}{5}$, hoc est ferè $\frac{1}{2}$. At si duobus simplicibus orbiculis utaris, quibus compositis potentia habet mo-

HH h h 2

mentum quadruplum, etiamsi secundi orbiculi funem statuas æqualem funi prioris orbiculi, cui adnectitur pondus, facillimum est orbiculum secundum retrahere ad orbiculum primum, postquam hic primâ tractione absolvit semissem spatij inter pondus & paxillum, cui alligatur funis; & secundâ tractione absolvit quadrantem totius intervalli initio constituti: Quare satis fuerit funem prioris orbiculi æquari intervallo sesquitercio longitudinis spatij, per quod deducendum est pondus.

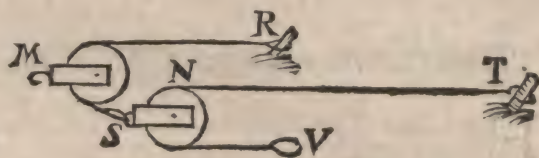
Et quoniam hic mentio incidit orbiculorum simplicium, observa, quanto facilius duobus orbiculis perficiamus id, quod duabus trochleis binos orbiculos habentibus præstaremus in trahendo pondere, quando funis ductarius est alligatus trochleæ stabili; tunc enim potentia solum habet momentum quadruplum, quod pariter obtinet duobus orbiculis. Sit enim



A B distantia sesquiertia spatij A I, per quod trahendum est pondus in P adnexum orbiculo A: funis in B alligetur, & ejus caput C connectatur cum orbiculo E, cujus pariter funis in B alligetur, atque illius extremitas à Potentiâ F trahatur. Quando potentia F adduxerit orbiculum E propè B, erit orbiculus A in H: retrahatur orbiculus E ex B, & propè H adnectatur funi orbiculi A; factâ enim secundâ tractione, quando orbiculus E fuerit iterum prope B, orbiculus A erit in I; est autem ex hypothesi distantia A I æqualis spatio, per quod trahendum erat pondus, sub sesquitercio intervalli A B. Ecce igitur Potentia habet momentum quadruplum, & duorum funium longitudines simul sumptæ non dant longitudinem triplam spatij, per quod deducendum est pondus. At si essent duæ Trochleæ cum binis orbiculis, exigerent unicum funem quadruplum longitudinis spatij, per quod instituendus est motus.

Sed & illud addendum videtur, quod duobus simplicibus orbiculis etiam ad longiora spatia adduci potest pondus, ita ut quilibet trahentium habeat momentum quadruplum. Expedi-

dit autem trahentium numerum geminari, ut alternâ quiete
facilius & citius onus trahant. Sit orbiculus M adnectendus
ponderi, & sit
datus funis du-
ctarius SR, cu-
jus extremitati-
bus R & S re-
plicatis quasi in
laqueum, seu



aniam facillimè immitti possint & paxillus R, & alterius tro-
chleæ uncus S. Funis alius paretur NT prioris duplus extre-
mitates similiter replicatas habens, ut in V immitti possit tra-
hentis manus, & in T paxillus. Quare tantumdem paxillus R
distat à Trochleâ M, quantum à paxillo T, & hic tantumdem à
paxillo X. Cum igitur toto fune VNT explicato orbiculus N
fuerit in T, orbiculus M erit in R, & funis extremitas S erit in
T. Itaque ex paxillo T auferatur funis explicatus, & ejus loco
injiciatur extremitas S. Eximatur tunc ex paxillo R extremitas
funis, & adnectatur alteri Trochleæ funem habenti æqualem
funi VNT, cujus extremitas alligata fuerit paxillo X, & ad T
adducetur trochlea M unâ cum pondere. Atque ita alternâ ope-
râ adducetur pondus ad quancumque distantiam; interea enim,
dum orbiculus M ex R trahitur ad T, is qui traxerat funem V,
alligat illum paxillo, ad quem progrediendo pervenitur, & extrê-
mitatem T exemptam è paxillo trahet, ubi trochleam N eò jam
deductam iterum junxerit extremitati S in T esistenti. Sunt
itaque pangendi in terram paxilli æqualibus intervallis.

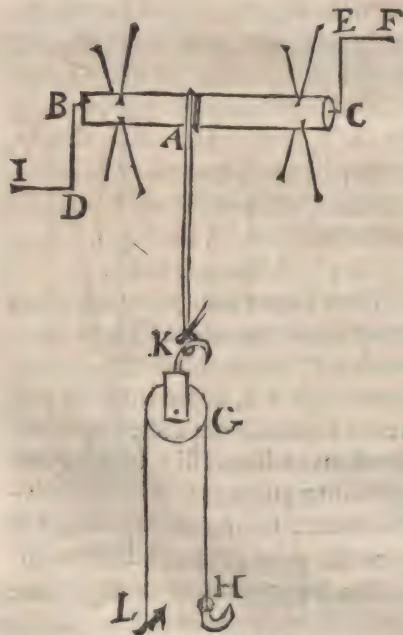
Monendus est autem Lector ad hoc caput non pertinere illam
Trochlearum additionem, quæ non facit rationum Compositio-
nem; quando scilicet plures trochleæ uno loculamento ita in-
cluduntur, ut singulæ trochleæ tam superior, quam inferior plu-
res habeant orbiculorum ordines in latitudinem collocatos, at-
que adeo tot funes ductarios, quot sunt ordines illi orbiculorum,
exigunt; perinde enim est atque si duæ aut tres trochleæ diver-
sis loculamentis distinctæ adhiberentur. Cum autem plures sint
funes ductarij, qui uno eodémque tempore adducendi sunt, di-
ligenter animum advertere oportet, ut operæ omnes æqualiter
trahant.

CAPUT VI.

Trochlearum ope moveri potest pondus velociter.

HActenus Trochlearum in faciliè movendis oneribus vires expendimus, ubi quò majora momenta ope hujus Facultatis adduntur Potentiæ, eò etiam tardior est motus ponderis, potentiæ autem velocior: quod si velociter movendum sit pondus, necessariò augeri debet potentia. Verùm quia non rarò contingere potest, ut potentia quidem ipsa per se viribus abundet, illam tamen tardè moveri oporteat, aut contra in trahendo onere festinato sit opus, propterea hìc indicandum est, qua methodo uti possimus, ut hinc plenior hujus Facultatis notitia habeatur.

Opus sit in turrim, vel in urbis mœnia commeatum transferre velociter: operarum suppetat satis, at non item temporis.

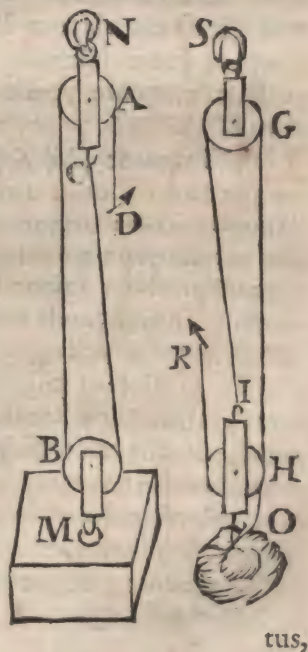


Statuatur in summa turri, aut certè in loco opportuno, Sucula BC cum manubriis CEF, & BDI, quibus plures operæ applicari possint pro gravitate oneris attollendi; immò etiam habeat infixos radios, ut adhuc plures recipiat, qui illam versare possint. Circà Axem involutus sit funis paulo longior semisse altitudinis, & extremitati sit adnexus girgillus G, cui insertus sit funis ductarius HGL æqualis altitudini, ad quam evehendum est onus; alteri hujus funis extremitati cohæreat in H validus uncus, quo onus suspendatur, alteram verò extremitatē L

firme

firmet clavus, aut quid simile ad pedem turris. Nam si conver-
tatur Sucula, devenient pariter in A tum girgillus G, tum
onus unco H suspensum; quod sanè duplo velociùs movetur,
quàm si adnexum funi ductario A K traheretur sursum ope
simplicis fuculæ. Quare momenta fuculæ non nisi dimidiata
computanda sunt, adeò ut si duo homines fuculam B C cir-
cumagentes valerent attollere libras 400, eodem conatu, & la-
bore possint solum libras 200 attollere: at quia facilè multipli-
cari possunt homines fuculam versantes, geminetur eorum nu-
merus, & attollent libras 400, sed breviori tempore. In con-
trarium autem revoluta fucula demittet girgillum G, & suo pon-
dere duplo velociùs descendet uncus H. Ex quo habetur quæ-
situm temporis compendium.

At si duabus trochleis simplicibus singulos orbiculos haben-
tibus res perficienda esset, ita ut uni trochleæ adnecteretur Po-
tentia, alteri Pondus, funis autem extremitas alicubi clavo re-
ligata esset, attentè dispiciendum est, utri trochleæ adnecta-
tur reliqua funis trochleas jungentis extremitas. Nam si tro-
chleæ A, quam trahit potentia N, adnectatur in C funis per orbicu-
los trajectus, trochleæ verò B pondus M, & funis religatus fue-
rit in D, intelligitur motus inci-
pere, quando trochleæ adhuc in-
vicem absunt, ità ut in motu tro-
chlea ponderis ad trochleam po-
tentia accedat, cessare autem,
cùm illæ proximæ factæ fuerint in
maximâ distantia à clavo D, ubi
funis extremitas alligatur. Contrà
verò accidit trochleis G & H, si
trochleæ H adnectatur pondus B,
atque in I funis ductarij caput:
nam trahente potentia S, quæ ini-
tio propiores erant trochleæ, à se
invicem recedunt, trochleâ po-
tentia secedente à trochleâ pon-
deris; & demum absolvitur mo-



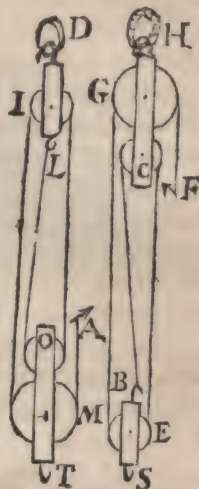
tus,

tus, cum trochlea H ponderis accesserit ad R extremitatem funis religati. Cum itaque in utroque casu & potentia, & pondus versus eandem partem moveantur, in primo tamen pondus, quod à potentiâ distabat, ad illam accedat, & in secundo potentia vicina ponderi ab illo recedat, manifesto indicio est in primo casu pondus, in secundo potentiam velocius moveri: quare ibi potentia augenda est, ut valeat movere pondus, hîc fieri potest additamentum ponderi, ut potentiae virtuti respondeat. Est autem motuum Ratio sesqui-altera, ut palàm faciunt funium ductus, eorûmque explicatio: Nam in primo casu maxima trochlearum distantia est, quando trochlea A est clavo D proxima; igitur potentia movetur per spatium, cujus longitudinem metitur funis explicatus, qui est duplus distantiae trochlearum, & pondus accedens ad potentiam insuper percurrit spatium, quo trochleae distabant; igitur motus ponderis est ut 3, & potentia ut 2. In secundo verò casu, Trochleae G & H cum proximae sunt, distant à clavo R juxta longitudinem funis explicati, cum autem maximè invicem absunt, & potentia transgressa est clavum R, totus funis distributus est in duos ductus, & trochlearum intervallum est medietas longitudinis funis; quare ponderis motus est ut 1, & motus potentiae ut $1\frac{1}{2}$.

Simili ratione philosophandum erit, si trochleae inæquales proponantur, ut si altera sit duorum orbiculorum, altera unius orbiculi: Utique funis per orbículos trajectus adnectendus est simplici trochleae, ejusque altera extremitas alicubi firmanda. Non igitur indiscriminatim sive huic, sive illi trochleae adjungenda est potentia, sed priùs statuendum tibi est, utrum velis pondus movere faciliè, an velociter; si faciliè, tardior sit ponderis motus, quàm potentiae; si velociter, tardior sit potentia. Faciliè movebis pondus, si potentia trahat simplicem orbiculum, & pondus cohæreat trochleae duorum orbiculorum: Velociter autem movebitur pondus, si illud adnectatur simplici orbiculo, potentia verò trahat trochleam duorum orbiculorum. Nam in primo casu funis explicatus replicatur, & potentia recedit à pondere; in secundo funis replicatus explicatur, & pondus accedit ad potentiam.

Sic

Sit Trochlea MO, & orbiculus I; huic in L adnectitur funis, cujus altera extremitas religatur in A, quò demum devenire potest trochlea MO cum pondere T adjecto. Vice versâ Trochleæ GC adhibeatur potentia, & pondus S adjiciatur orbiculo E: huic in B adnectitur funis, qui per orbiculos trajectus desinit in F, ubi ille religatur, & trochlea GO maximè distat ab orbiculo E. Instituto motu, Potentia D semper magis recedit à pondere T; at pondus S semper magis accedit ad Potentiam H: ibi ergo potentia celerior est pondere, hìc pondus velocius est Potentiâ; motuum autem Ratio est sesquitertia: Nam explicato fune toto, qui religatur in A, potentia proxima est ponderi, & distant ab A pro funis longitudine; potentiâ trahente accedunt ad A, sed potentia ulteriùs progreditur, atque absoluto motu replicatus est funis in tres ductus, & Potentia distat à pondere tertiâ parte ipsius funis, ita ut pondus quidem sit clavo A proximum, potentia verò transgressâ sit clavum A intervallo OL; igitur motus ponderis, quem longitudo funis metitur, est ut 1, potentiæ ut $1\frac{1}{3}$. Ex adverso Potentia applicata trochleæ GC proxima est clavo F, cum ab illâ pondus maximè abest intervallo tertiæ partis ipsius funis in tres ductus replicati: inito motu pondus accedit ad Potentiam, cui demum proximum est, quando jam totus funis est explicatus; igitur motum potentiæ metitur funis explicatus, motum autem ponderis adhuc tertia pars, scilicet intervallum BC: adeoque ponderis motus ad motum potentiæ est ut $1\frac{1}{3}$ ad 1.



Quæ autem de his trochleis dicta sunt, si attentè considerentur, etiam cæteris trochleis conjugatis, sed dispari orbiculorum numero instructis, conveniunt. Non posse verò orbiculorum numeros differre nisi unitate, satis manifestum est: nam si differrent binario aut ternario, eorum aliquis aut plures planè otiosi essent, quippe qui recipere nequirent funem ducta-

IIii

rium jam per reliquos orbiculos trajectum. Quare si altera trochlea minor duos habeat orbiculos, altera major non nisi tres habere potest, aut si minor tres habeat, major non nisi quatuor habere poterit. Attendendum est igitur, utri trochlearum trochlearum potentia applicetur; si enim illa trahendam arripiat trochleam plures habentem orbiculos, tardiùs movetur, quàm pondus in Ratione subsuperparticulari denominatâ à numero omnium simul orbiculorû: ut si potentia trochleæ trium, pondus verò trochleæ duorum orbiculorum applicetur, motus potentia est ad motum ponderis in Ratione sublesquiquintâ, quia illa movetur ut 5, pondus ut 6: & si potentia trochleæ quatuor orbiculorum applicetur, pondus autem trochleæ trium, Ratio est sublesquiseptima, quia illa movetur ut 7, hoc ut 8. Quare augetur motus ponderis, & in eadem Ratione difficultas potentia. Contrà autem si pondus alligetur majori trochleæ, etiam potentia motus major, est motu ponderis in Ratione superparticulari denominatâ à numero omnium simul orbiculorum: sic erit Ratio sesquiquinta, si potentia duobus, pondus tribus orbiculis alligetur; nam motus potentia est ut 6, & motus ponderis ut 5: similiter erit Ratio sesquiseptima, quando pondus alligatum trochleæ quatuor orbiculorum movetur ut 7, dum potentia applicata trochleæ trium orbiculorum movetur ut 8.

Quod si pari orbiculorum numero constet utraque trochlea, & utraque moveatur, similiter motus erunt in Ratione superparticulari denominatâ à numero omnium orbiculorum simul: hoc tamen erit discrimen, quod illud tardius movebitur, quod applicabitur trochleæ, cui extremitas funis per orbiculos trajecti adnectitur. Sic si trochleæ ambæ binos habeant orbiculos, Ratio est sesquiquarta, si ternos sesquisepta: si trochleam, cui funis ductarij extremitas adnectitur, potentia trahat, illa movetur ut 4, aut ut 6, pondus verò movetur ut 5, aut ut 7: sed si trochleæ, cui funis adnectitur, alligetur pondus, potentia movetur ut 5, aut ut 7, pondus autem ipsum ut 4, aut ut 6.

Ex his itaque duplex trochlearum usus innotescit, alter communis quo potentia applicatur extremitati funis ductarij (alterâ trochlearum manente stabili) quem trahens attrahit pariter pondus, & motus potentia est in Ratione aliqua multiplici ad motum ponderis. Alter verò est, quando extremitas funis ductarij

ductarij non trahitur, sed alicubi firmatur, potentia autem trahit alteram trochleam, ad cujus motum etiam reliqua trochlea cum pondere illorum movetur, quorum potentia tendit: si in hoc motu trochleæ disjunguntur, & potentia recedit à Pondere, Ratio motûs potentiæ ad motum ponderis est superparticularis, & potentia consequitur aliquam movendi facilitatem: sin autem pondus ad potentiam accedit, & trochleæ, quæ disjunctæ erat, fiunt proximæ, Ratio motûs potentiæ ad motum ponderis est subsuperparticularis, & potentiam plus adhibere conatûs oportet, quàm si illud absque trochleis traheret; quia pondus velocius movetur quàm potentia.

CAPUT VII.

*Quàm validum esse oporteat trochlearum
retinaculum.*

IN Trochlearum usu communi alteram stabilem esse ac firmam, alteram mobilem (si enim plures essent omnino stabiles, quantumvis multæ, non augerent motum potentiæ) illam autem ab aliquo corpore, cui alligata est, retineri, satis per se patet; propterea corpus hoc adeò validum esse oportet, ut neque gravitati ponderis, neque conatui potentiæ cedat, sed ita immotum persistat, ut universus potentiæ impetus ad vincendam ponderis resistantiam referatur. Hinc à veritate non admodum recessisse videntur, qui in Mechanicis motionibus quasi duplex munus distinguunt, alterum, quo pondus retinetur, ne vi suæ gravitatis labatur, alterum, quo gravitas ipsa superatur, & cogitur inire motum suæ propensioni adversantem: posterius hoc soli potentiæ tribuendum, prius illud non uni potentiæ, sed etiam corpori, cui machina innititur, adscribendum censent, & in illud maximam oneris partem rejici asserunt. Et sanè quid prodesset trochleam superiorem aut fune, qui laxari nequireret, aut ferro unco, quem revellere nulla gravitas posset, connecti cum tigno parieti infixio, si timendum esset, ne

tignum ipsum imbecillum, vimque gravitatis suspensæ ferre non valens, frangeretur? Quare ne magnum in discrimen res adducatur, & ad periculum omne submovendum, ne institutus motus repentina retinaculi abruptione intercidatur, atque ut certiùs eligi possit, cuinam potissimum corpori (tigno ne parieti infixio? an antennæ erectæ?) concedenda sit oneris sustentatio, machinatori attentè dispiciendum est, quantam vim tum oneris gravitas, tum potentiæ conatus exercent adversus huiusmodi retinaculum. Propterea vim istam placuit hoc capite examinare, ut cætera securè definiri valeant. Ut verò brevitati & perspicuitati consulatur, retinaculum hoc ponamus esse clavum, ex quo trochleæ cum onere suspensæ dependeant; quæ enim de huiusmodi clavo dicentur, facilè ad cætera traduci poterunt.

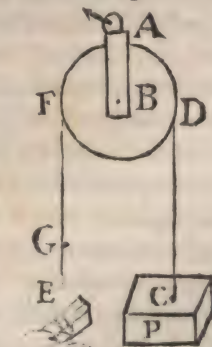
Et primò si trochlearum funis per orbiculos ritè trajectus demum suâ extremitate in nodum colligatur, ne excurrere valeat, totam atque integram oneris gravitatem (trochleas & funem à suâ insitâ gravitate nunc quidem mentè fecernamus) à clavo, ex quo trochleæ suspenduntur, retineri dubium esse non potest; nihil aliud quippe adest, adversus quod ponderis gravitas deorsum se ipsa urgens connitatur. Deinde si funis ductarij caput, quod potentia trahere solita est, alligetur solo, aut ingenti saxo longissimè graviori, quàm pondus suspensum, utique neque saxum illud subjectæ telluri incumbens, neque tellus ipsa, quippiam virium exercent adversus pondus, cui solum suâ longè majori gravitate resistunt. Formaliter, non verò Activè; quia nimirum nullum efficiunt impetum, quo descensum moliantur; ac proinde à clavo solo pondus trochleis adnexum sustinetur, & solum pondus clavum deorsum trahere conatur.

At verò si funis ductarij extremitati adnectatur alia gravitas pro trochlearum Ratione respondens ponderis gravitati, ita ut æqualibus momentis certantes ambæ suspensæ consistant, utraque gravitas collatis viribus clavum trahere conatur, utraque enim deorsum connititur: & ideò tam validum statui clavum oportet, ut utriusque gravitatis conatum ferre valeat. Id quod multo magis observandum est, quando gravitas adnexa præponderans vim infert oneri, illudque sursum trahit; ipsa scilicet gravitas plus conatur in motu, quàm in æquilibrio; ac propterea & potentiæ

potentiæ deorsum connitens in motu impetum, & oneris motui sursum repugnantis gravitatem fert clavus utrique resistens suâ soliditate. Sicut igitur gravitas inanimata ex trochlearum fune pendens suspendit pondus, aut attollit; ita potentia vivens funem retinendo suo impetu virtutem ejusdem gravitatis æquat, ac similem vim exercet in clavum; funem verò trahendo virtutem illam gravitatis superat, atque impresso impetu quodammodo attenuat, ita tamen, ut quod videtur gravitati demptum, intelligatur additum conatui potentiæ prævalentis.

Mihi autem (quid frustra dissimulem?) non levis injicitur scrupulus & dubitatio, an vis illata clavo, ex quo trochleæ cum onere dependent, mensuram præcisè recipiat ex absolutâ gravitate oneris, quando abest conatus potentiæ illud attollentis aut suspendentis. Dubitandi ansam offert quædam munerum commutatio inter Potentiam, Pondus, & Clavum, si ad effectiones diversas referantur. Si enim oneris suspensio aut elevatio vi potentiæ ex adverso nitentis consideretur, Clavus exercet munus Retinaculi: at si vim clavo illatam, ejusque inflexionem, aut revulsionem intueamur, efficientia vim hujusmodi inferens tribuenda est aut gravitati oneris, aut imperui potentiæ trahentis: quapropter soliditas clavi inflexionem respuentis, aut ejus firma cohæsió cum pariete aut ligno, cui infixus est, vicem subit Ponderis ope trochlearum movendi cum alterâ trochleâ connexi; Sarcina autem ex reliquâ trochleâ dependens aut retinaculi munus obtinet, si attollatur, aut Potentiæ vices subit, si deorsum moveatur.

Sit clavo A adnexa simplex Trochlea B, ejusque funis ductarius C D E: adnectatur in C saxum P, & à Potentia G elevatum suspendatur religato funis capite in E. Si saxum P accipiatur, quatenus elevatur, ipsum est Pondus, Clavus A est Retinaculum, & Potentia est G, sive illa sit inanima sua majore gravitate contrariens, sive sit vivens suo impetu sursum trahens, & postmodum remissiore impetu, & nervorum contentione impediens, ne saxum elevatum relabatur. At si ipsius



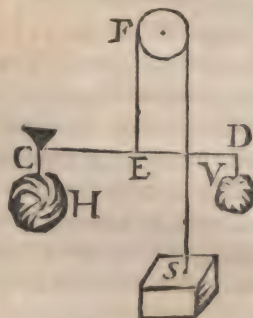
III 3

clavi A pressio, sive inflexio consideretur, jam vis efficiendi pressionem hanc, seu inflexionem, tota tribuenda est saxo P, quod propterea inducit rationem Potentiæ, & retinaculum est paxillus E in terram firmiter depactus, qui nihil agit, sed funem duntaxat retinet. Verum in hac positione momentum saxi adversus clavum non est simplicis gravitatis absolute acceptæ, perinde atque si funis FG infra orbiculum reflexus colligeretur in nodum cum fune DC: tunc enim, collecto in nodum fune, orbiculus esset planè otiosus, & nihil conferret ad momentorum varietatem, sed idem accideret, ac si funis simplex proximè & immediatè clavo adnecteretur sepositâ quacunque trochleâ. Sed fune in E religato (quasi duplex pondus ex simplici fune penderet) geminatur saxi P momentum adversus clavum, qui nequit vel minimum flecti, quin duplo motu saxum ipsum moveatur: neque enim, quod ad geminandum momentum spectat, differt saxum à potentiâ vivente, quæ utique in C applicata funi, & trochleam trahens, adversus pondus trochleæ adnexum habet momentum duplum ejus, quod obtineret, si funem simplicem traheret: est autem trochleæ adnexus clavus.

Quod si in G contra saxum P aut gravitas inanimata, aut potentia vivens nitatur, si quidem æqualibus conatibus hinc & hinc certetur, atque suspensum consistat saxum, aut clavus similiter premitur atque libræ agina, cum jugum à duobus æqualibus ponderibus in æquilibrio retinetur, aut alterutri munus Potentiæ, & alteri Retinaculi adscribendum est, & Potentia similiter geminato momento clavum trahit deorsum. Sin autem aut saxum P, aut virtus movendi in G, superat, huic Potentiæ ratio tribuatur, opposito munus retinaculi; sed Potentiæ absolute acceptæ momenta non geminantur, quia retinaculum stabile non est, sed cedit; adeoque impetus à Potentia productus duos motus efficit, alterum trahendo retinaculum, alterum inflectendo clavum, qui propterea minùs flectitur, quò magis oppositum retinaculum movetur.

Neque hæc quicquam habent admirationis: Nam si Vectis sit CD, habens in C hypomochlium; in medio autem puncto

puncto E adnexus sit funiculus, qui incumbens orbiculo F versatili adnexum habeat pondus S innixum plano subiecto; utique in extremitate D pondus V paulo majus quam subduplum ponderis S illud elevabit, atque præcisè subduplum non elevabit quidem illud, sed adversus orbiculum F conatur momento duplo ejus, quod obtineret, si ex E penderet ipsum pondus V, cui reluctaretur pondus S gravius innixum plano. Verùm ad vectem retinendum in positione horizontali C D nihil interest, utrum in C aliquid superius sit prohibens, ne illa extremitas vi ponderis V attollatur, an verò inferiùs funiculo connectatur cum tellure, aut ex C pendeat onus H (sed plano subiecto innixum) vel æquale ipsi V, vel eo majus; semper enim pondus V eadem obtinet momenta. Quare si, amoto orbiculo F & pondere S, manu retineas funiculum I E, percipies ad servandum vectem horizontalem, quantâ virium accessione tibi opus sit, supra quàm exigeret simplex gravitas ponderis V, si ex E penderet, ubi nulla Vectis ratio intercederet.



Cum itaque hæc in Vecte pariter ratione positionis ponderis contingant, quæ trochleæ accidere diximus ratione connexionis ponderis vel cum trochleâ, vel cum paxillo telluri infixio, nil mirum si alia atque alia sint ejusdem ponderis momenta adversus clavum. Sicut autem quando tam ab hypomochlio quàm à potentiâ sustinetur onus in medio vecte suspensum, hypomochlium à pondere non premitur nisi juxta semissem gravitatis ponderis; ita quoque cum funis ductarius alterâ extremitate adnexus est clavo, alterâ retinetur à potentiâ, pondus ex trochleâ simplici pendens partim à Potentiâ, partim à clavo sustinetur, adversus quem minus virium exercet ejus gravitas, ut constabit, si clavo orbiculum versatilem infigas, & funiculo per orbiculi orbitam excavatam transeunti aliud pondus adnectas, quod satis erit, si fuerit subduplum ponderis ex trochleâ pendens; hoc enim sustinebitur à duplici virtute subduplâ gravitatis illius. Non igitur plus
resistentiæ

resistentiæ requiritur in clavo, quàm in pondere illo subduplo.

His ita in unicâ simplici trochleâ constitutis, examinandæ sunt trochleæ conjugatæ; nec difficile erit ex dictis superiore capite investigare momenta ponderis adversus clavum, cui altera trochlea adnectitur. Ibi enim alteri trochleæ potentiam sursum trahentem, alteri pondus dependens adnecti posuimus, funis verò extremitatem clavo alligari: Hic loco clavi illius retinentis extremitatem funis intelligendum est retinaculum, quodcumque tandem illud sit, sive manus hominis, sive etiam alius clavus: sed loco Potentiæ superiorem trochleam sursum trahentis sit clavus, ex quo trochleæ fune ductario connexæ unâ cum pondere dependent; gravitas autem illa suspensa ex inferiore trochleâ exercet munus potentiæ adversus clavum, qui subit vicem ponderis movendi, quatenus aliquantulum flectitur, aut inflexioni repugnat. Sicut ergo ibi ostensum est in duabus simplicibus trochleis singulos orbiculos habentibus, si funis ductarij caput alligatum sit superiori trochleæ, motum trochleæ superioris ad motum inferioris esse ut 2 ad 3; si verò funis caput alligatum fuerit inferiori trochleæ, motum superioris ad motum inferioris esse ut 3 ad 2: Ita hic dicendum est (ponamus clavum flecti aliquantulum) in primo casu motum flexionis clavi ad motum descensûs ponderis esse ut 2 ad 3, in secundo autem casu ut 3 ad 2. Ex quo fit in primo casu pondus habere adversus clavum majus momentum quàm in secundo casu; & in primo casu validiùs deorsum trahere, quàm si simplici funiculo dependeret, & motus essent æquales; major siquidem est Ratio 3 ad 2, quàm 2 ad 2; in secundo verò casu debiliùs deorsum trahere, quàm si nullæ essent trochleæ, adeoque motus æquales essent; minor quippe est Ratio 2 ad 3, quam 1 ad 1, aut 3 ad 3.

Simili planè methodo philosophandum est in reliquis trochleis conjugatis: si enim duabus trochleis dispar in sit orbiculorum numerus, ut altera major sit, altera minor, observandum est, an major trochlea alligetur clavo, an verò minor: Si trochlea plures habens orbiculos clavo adnectatur, motus flexionis clavi minor est motu descensûs ponderis in Ratione subsuperparticulari denominatâ à numero omnium simul orbiculorum;

ac

ac proinde pondus habet momentum majus, quàm si nullæ intercederent trochleæ: contra verò si clavo adnectatur trochlea minor, motus flexionis clavi major est motu descensûs ponderis in Ratione superparticulari denominatâ à numero omnium simul orbiculorum; atque ideo pondus adversus clavum minus habet momenti, quàm si ex illo simplici fune penderet. At si utriusque trochleæ par sit orbiculorum numerus, & pariter ratio superparticularis, aut subsuperparticularis denominata à numero omnium simul orbiculorum; & si quidem trochleæ superiori adnectatur funis caput, pondus adversus clavum habet momentum majus, quàm si amotis trochleis ex simplici fune penderet; sin autem inferiori trochleæ alligetur extremitas funis ductarij, ponderis momentum adversus clavum minus est, quàm si idem pondus ex eodem clavo simplici fune suspenderetur.

Ex his satis apparet clavo eandem vim inferri, si pondus dependens ex trochleis suspensum maneat, sive quia funis extremitas religetur paxillo, sive quia ex eadem funis extremitate dependeat onus submultiplex ponderis ex inferiore trochleâ pendentis, secundum Rationem, quam inferunt ipsi orbiculi. Sic ex trochleis binos orbiculos habentibus dependeat pondus, & funis extremitas religetur paxillo: ex dictis, superioris trochleæ clavo adnexæ, & funis ductarij caput habentis, motus, ad motum inferioris trochleæ & ponderis est subsestiquartus; ac proinde pondus trochleis connexum cum clavo ad vim illi inferendam perinde se habet, atque si ex eodem clavo absque trochleis simplici fune appenderetur pondus aliud dati ponderis Sestiquartum. At si extremitati funis adderetur pondus valens suspendere onus adnexum trochleæ inferiori, esset ex dictis cap. i. dati oneris subquadruplum. Igitur duorum horum ponderum summa ad datum pondus esset ut 5 ad 4, cujusmodi erat Ratio motuum, ex quibus momentum desumitur. An non si onus in plano horizontali raptandum simplici trochleæ adnexum proponatur, & duo homines pariter utramque funis extremitatem arripiant, atque trahant, singuli medietatem necessarij conatûs adhibent? si verò alter trahentium deficiat, & illa funis extremitas alligetur paxillo, nonne qui reliquus est eodem conatu trahens solus adducet idem pondus? non nisi

K K k k

quia, cum ambo trahebant, pondus & potentia æqualiter movebantur; cum alter tantum trahit, ille movetur duplo velocius, quam pondus, quod ad subduplam velocitatem satis habet impetum subduplum impetus necessarij ad velocitatem æqualem. Eadem igitur militat ratio in clavo, cui vis infertur à duobus ponderibus suspensis ex trochleis in æquilibrio, quæ simul deorsum trahentia motum habent æqualem cum motu clavi, qui flectitur, aut revellitur; sed funis capite religato firmiter ad paxillum, pondus inferiori trochleæ adnexum motum habet velociorem comparatum cum ejusdem clavi motu, ac propterea majus momentum habet.

Hinc præterea inferendum est non satis utiliter eos operari, qui pondus ex superiore loco fune suspensum, sive orbiculus intercedat, sive non, putant firmitus sustineri, si funis caput in inferiore loco, religetur: si enim funis excurrere nequeat, inferius hoc retinaculum prorsus inutile accidit, sin autem excurrere valeat, superius illud retinaculum geminatam vim suscipit, quasi duplex pondus ab illo sustineretur.

C A P U T VIII.

Aliqui Trochlearum usus indicantur.

PRo more in superioribus libris servato, hæc pariter indicandi sunt aliqui Trochlearum usus, qui facile ad similia traduci poterunt, spectato motu, qui exhibendus proponitur, ut ei trochleæ respondeant, & aptè collocentur, neque pluribus, quam opus sit, orbiculis instruantur; ne dum potentia facilitatem confectaris, nimis tardè moveas pondus; aut ex adverso, dum ponderi velocitatem concilias, nimio labore potentiam opprimas.

PROPOSI

PROPOSITIO I.

Auram in Conclavi excitare.

QUæritur sæpè æstivo tempore aliquod ex aëris motu refrigerium ; sed manuali flabello auram excitare aliquando incommodum est , si aliud agendo distinearis : propterea ventilabrum in conclavis angulo statuere possumus , quod aliquandiu moveatur , aëremque agitet : ideoque illud ad angulum statuendum proposui , ut commotus aër in proximos hinc atque hinc parietes impactus reflectatur , & facilius reliquum conclavis aërem exagitet.

Excitetur angulo congruens turricula haud absimilis iis , quibus horologia reconduntur ; in supremâ turriculæ parte ab angulo ad oppositum ex diametro angulum Axis horizonti parallelus statuatur facilè versatilis , cujus tamen pars extra turriculam promineat tantæ longitudinis , quanta flabellis latitudo destinatur. Pars tamen hæc Axis extima nullam exigit certam figuram , nihilque refert sive cylindrica sit , sive quadrata , sive quæcumque alia ; modò ea sit , ut illi facile flabella firmiter infigi , atque eximi pro opportunitate possint , iisque exemptis aptari valeat manubrium , quo facilius & citius ab homine convolvatur Axis.

Parentur duæ trochleæ ternis orbiculis instructæ , altera in superiore turriculæ loco firmetur , altera ad turriculæ pedem constituatur adnexam habens plumbeam massam motui perficiendo congruentem : huic eidem trochleæ adnectatur extremitas funis ductarij , qui per omnes trochlearum orbiculos trajectus demum ad Axem referatur , ibique alligetur. Tum appposito manubrio convolutum Axem circumplectetur funis ductarius , & plumbea massa in supremam turriculæ partem Axi proximam deducetur. Infigantur Axi ventilabra , & amoto manubrio plumbea massa sibi relicta lentissimo motu descendet , convolvensque axem cum flabellis tandiu aërem commovebit , quandiu illa descendet.

Hic commutatas vices inter potentiam & pondus observare quilibet potest ; potentia siquidem movens est plumbea mas-

KKkk 2

sa, quæ septuplo tardiùs movetur quàm extremitas funis ductarij, quem aliàs trahere solita est potentia. Loco autem ponderis est aër, qui à flabellis impellitur; ac proinde quò ampliora sunt flabella, eò major est resistentia aëris commoti, ratione cujus etiam retardatur motus potentiæ. Ubi quoquè attendenda est Ratio longitudinis flabellorum ad semidiametrum axis convoluti: nam si hæc Ratio componatur cum Ratione septuplâ, quam Trochleæ inferunt, habebitur Ratio motûs extremi flabelli ad motum massæ plumbeæ: quamquam non ita computanda est aëris resistentia, quasi tota in flabelli extremitate exerceretur; hæc scilicet per universam flabelli longitudinem diffunditur inæqualiter distributa pro Ratione distantiae à centro motûs, aër quippe pro diversâ impellentis velocitate inæqualiter resistit.

Quod si magis arrideret non continua convolutione flabella circumagi, sed alternâ quadam modò in dextram, modò in sinistram inflexione agitari; Axi, quem funis ductarius complectitur, infige rotam dentatam, cujus dentes incurrant in pinnulas fusi perpendicularis flabella sustinentes, quemadmodum in Tempore horologij: simili enim ratione, ac Tempus, ultrò citròque remeabunt flabella, & aërem in oppositas partes commovebunt. Cùm verò antè motum apposito manubrio convolvendus erit Axis, ut funem ductarium recipiat, atque trochlea inferior cum pondere attollatur, ita fufum paulisper elevare oportebit, ut ejus pinnulæ non occurrant dentibus rotæ, nisi cùm iterum fufus suum in locum restituetur. Hac alternatione diuturnior erit motus.

PROPOSITIO II.

Corpus aliquod in gyrum celeriter volvere.

IN rebus scenicis locum habere non infrequentem potest hæc propositio: aliquando scilicet solis discum in scenam producimus, quem licet auro obductum, ac multis facibus illustratum, quas spectatorum oculis ex arte subducimus, non tamen radios ejaculantem mentimur, nisi ille circa suum

suum centrum velociter circumagatur. Id quod variâ quidem methodo præstari potest infixum disci centro cylindrum convolvendo, sive ope rotæ dentatæ Vertebram striatam cylindro circumpositam moventis; sive fune cylindrum bis aut ter arcu complexo, & in sese redeunte, ubi majoris alicujus tympani orbitam pariter complexus fuerit; sive pondere funem cylindro involutum explicante: sed postremus hic modus non nisi breve temporis spatium exigit; duo priores, si paulo longior futurus sit motus, non nisi à potentiâ vivente commodè exhiberi possunt. Quare satius fuerit trochleas, ut in superiore propositione, dispositas adhibere, atque loco flabellorum solis discum Axi adnectere; sic enim fiet, ut & celeriter in gyrum agatur, & diu perseveret motus.

Similiter ad fingendum mare, & undarum motum vehementiorem, statuuntur horizonti & invicem paralleli aliquot axes, quos ambiunt spiræ profundius excavatæ colore marinam undam imitantes: dum enim hujusmodi axes convolvuntur, marini æstus cursum spectatoribus repræsentant. Ut autem axes illi citra cujusquam laborem volvantur trochleas duas binis, aut ternis orbiculis instructas (prout diuturnior motus requiritur) compone, & proximas statue, alteram firmans in superiore loco: Tum funis ductarius per omnes Trochlearum orbiculos trajectus singulorum axium capita ex ordine ambiat unâ saltem aut alterâ spirâ, & demum ad peculiarem alium axem deveniat, quem totus plures in spiras complicatus circumplectatur, ita tamen, ut faciliè evolvi queat. Ubi igitur tempus advenerit, inferiori trochleæ congruum pondus adnecte; hoc enim licet lentè descendat, velociter tamen axes convolvit funem evolvens. Procellam verò mitescere aut exasperari mentieris, factâ ponderis aliquâ detractiōe aut accessione, id quod difficile non fuerit.

PROPOSITIO III.

Se ipsum ope trochlearum in altum evehere, aut promovere.

Sella paretur hinc & hinc habens fulcra, quibus brachia innituntur, & in hujusmodi fulcrorum extremitate anteriore aptetur Sucula manubriata, quam sedens commodè versare valeat: sella autem quatuor funibus in nodum cum annulo coëuntibus suspendatur ita, ut inferioris trochleæ uncus annulo indatur, & funis ductarius per cunctos trochlearum orbiculos trajectus demum sucule alligetur. Nam in sellâ sedens, & sucule manubria convertens, funem ductarium trahit, atque ipse se in altum evehit eâ facilitate, quam infert Ratio composita ex Rationibus trochlearum, & Sucule: est siquidem Potentia ipsa virtus animalis musculorum contentione versans manubria, pondus autem est insita corpori gravitas, quæ eò minor apparet, quo majores sunt, hoc est pluribus instructæ orbiculis, trochleæ, & major est Ratio manubriorum ad semidiametrum Axis, qui fune obvolvitur. Sit enim ex. gr. inferior trochlea, cui pondus movendum adnectitur, & funis ductarij extremitas alligatur, orbiculorum duorum; superior autem trochlea, quæ stabilis manet, tres habeat orbiculos: utique Ratio motûs potentie ad motum ponderis est quintupla: manubria autem Sucule sint quadrupla semidiametri Axis: Ratio composita ex quadruplâ & quintuplâ est vigecuplâ; igitur conatus Potentie manubria versantis satis est, si respondeat vigesimæ parti ponderis.

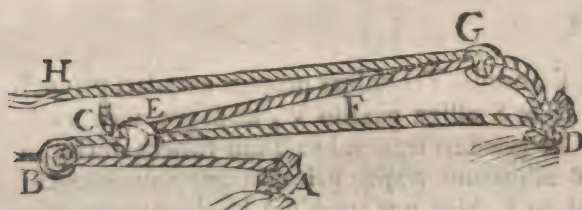
Similiter si cymba adverso flumine non procul à ripâ deducenda sit, & qui in eâ sunt nautæ, ita pauci sint, ut non valeant eam adversus vim profluentis remio agere, aut è ripâ flumine nautico trahere; subsidium ex trochleis petere poterunt; exscensu scilicet in terram facto, atque defixo in ripâ paxillo alligatur trochlea una, altera adnectitur prorse cymbæ, in qua nautæ duo funem ductarium trahentes illam adverso flumine promovent perinde, atque si essent octo aut duodecim homines, si trochleæ binos aut ternos habuerint orbiculos.

los. Quod si trochleis illi careant, utantur artificio sequentis propositionis, unà cum iis, quæ cap. 5. dicta sunt.

PROPOSITIO IV.

Trochlearum defectum supplere.

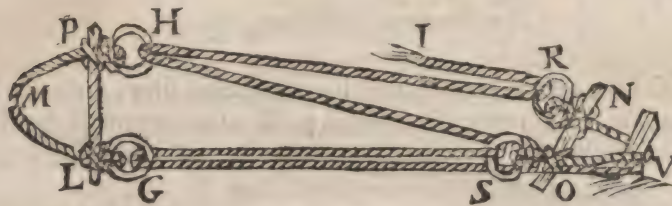
EX his, quæ cap. 2. hujus libri indicata sunt, satis constat etiam sine orbiculis haberi posse momentum Trochlearum: quare his deficientibus annulos sufficere facile erit.



Et primo quidem singulis annulis uti possumus: nam cum cymba communiter adnexum proræ annulum habeat, ut medio fune, aut catenâ ad ripam religetur, funis ductarius unus A B adnectatur paxillo A in ripâ defixo, & per cymbæ annulum B trajiciatur, illius alteri extremitati C annulus alius adnectatur, per quem alter ductarius funis D E F trajectus & paxillo D alligatus si à Potentiâ in F constitutâ trahatur, illa habebit momentum quadruplum, perinde atque de orbiculis superius dictum est cap. 5. At si consistentes in cymbâ trahere illam velint nautæ, adjiciatur paxillo D annulus G stabilis, per quem productus funis E F transeat, & veniat in H ad nautarum manus in cymbâ; nam illum trahendo cymbæ prora ex B accedet ad A.

Porro annuli nomine notatum volo quicquid ejusmodi est, ut funis per illud trajici possit, & liberè excurrere, sive sit ligni frustum foramen habens politum & satis amplum, ut per illud funis facilè moveri valeat, sive etiam sit flexilis bacilli

bacilli particula in arcum vel modicè sinuata; modò illa non sit fractioni obnoxia. Illud autem in annullis observandum est, quod faciliùs excurrit funis, si illi craffiores fuerint & politi, quàm si exiles & asperi.



Quod si annulis Trochleas propiùs æmulari placuerit, duos annulos R & S alliga paxillo V, duòsque alios H & G adnecte in M ponderi trahendo: Tum funem ductarium eidem paxillo V alligatum trajice primùm per annulum G, deinde per annulum S, hinc per annulum H, demum per annulum R. Nam si extremitati I potentia trahens applicetur, movebitur quadruplo velociùs, quàm pondus in M, adeoque etiam habebit momentum quadruplum. Ne autem funes ob nimiam propinquitatem sibi invicem impedimento sint se mutuo conflictu atterentes, annulos transversis bacillis ON, & LP disjunge.

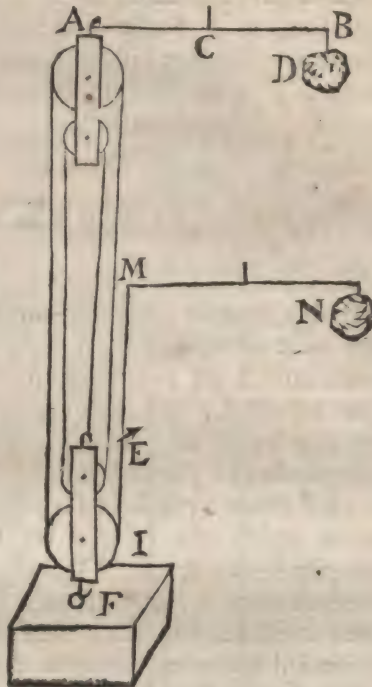
PROPOSITIO V.

Resistentiam ex axium cum orbiculis conflictu in Trochleis examinare.

Quoniam variarum Trochlearum usum indicavimus, modò trochleâ alterâ manente atque stabili, modò utraque commotâ, placet hîc examinare propositas duas trochleas, an aliquid impedimenti afferant ex conflictu axium cum orbiculis, aut etiam trochleas comparare cum annulis earum

earum loco adhibitis, quantum videlicet præ trochleis afferat impedimenti conflictus funis ductarij cum annulis.

Sit libræ jugum AB æqualium brachiorum aginam cum examine habens in C; adnectatur in A trochlea superior, ex qua cum inferiore trochleâ pendeat saxum F notæ gravitatis, & funis ductarij extremitas religetur clavo in E. Innotescat autem eam trochlearum singularum, tum funis ductarij gravitas, ut congruum pondus parari possit in B appendendum. Clavus igitur E sustinet inferioris trochleæ & adnexi saxi gravitatis partem quintam, reliquas quatuor quintas partes, & præterea trochleæ superioris, atque quatuor ductuum funis gravitatem sustinet brachium libræ



in A. Quare in B tantum ponderis apponendum est, quantum sufficiat ad æquilibrium; proinde sensim augendum est pondus in D, donec examen in C æqualitatem momentorum indicet. Hoc peracto adde adhuc ponderi D aliam atque aliam gravitatem, usque dum brachium B deorsum inclinetur: hujusmodi enim additamentum indicabit resistantiam ortam ex conflictu axium cum orbiculis.

Jam si trochlearum loco annulos substituas, eadēque methodo invento primū æquilibrium, deinde factā in D ponderis accessione præponderantiam quæras, deprehendes, quanto major resistantia ex funis ductarij cum annulis affricu oriatur, quàm ex axium cum suis orbiculis conflictu in trochleis.

Simili ratione si in A sit clavus, cui superior trochlea stabilis permanens affigatur; extremitas verò funis ductarij M adnectatur brachio libræ ad æquilibrium constituendum sufficit in N quinta pars gravitatis trochleæ inferioris unà cum saxo F, & ductu funis M I. Facto igitur in H additamento gravitatis, ut tollatur æquilibrium, indicabitur quanta resistentiæ accessio fiat ponderi F ex axium cum orbiculis conflictu: atque similiter repositis loco trochlearum annulis, post æquilibrium aucto pondere N donec deprimatur, innotescet resistentia orta ex funis cum annulis affricu.

Hinc apparet primò satius esse hoc posteriore modo operari, quia longè minus pondus requiritur in N, quàm in D. Secundò ad tollendum pondus F cum trochleâ inferiore, si superior fixa maneat, tantam vim in potentiâ requiri, quantâ opus esset ad attollendum absque ullâ machinâ pondus N præponderans; ad attollendum verò idem saxum F cum utrâque trochleâ, trahendo scilicet sursum trochleam A, tantam vim exigi in potentia, quanta requiritur ad attollendum pondus D præponderans. Tertiò, retentis iisdem trochleis, sed mutato pondere F, examinari posse, an, & quanto major resistentia oriatur ex majore pressione axium, quando pondus est majus. Quartò, mutatis trochleis, & pondere eodem retento, disparitatem aliquam inveniri, quia non omnium trochlearum axes sunt æquè teretes; ac politis, & suorum orbiculorum foramini congruentes. Quod si, examine hujusmodi semel instituto, orbiculos manu paulisper convertas, & iterum idem examen instituas, neque æqualis inveniatur resistentia; indicium erit foramen orbiculi, aut, fortasse etiam axem, non esse; exquisitè rotundum. Quintò, simili examine in annulis inito deprehendi posse, an faciliùs succedat tractio fune crassiore, an verò tenuiore.

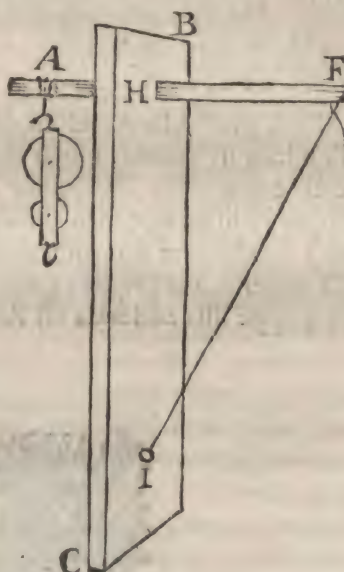
Non ita tamen necesse est indicatâ methodo uti, ut, si non placeat jugum libræ æqualium brachiorum adhibere, nequeas loco libræ stateram applicare ut trochleæ A, aut funis extremitati M: primùm enim indicabitur æquilibrium: deinde longius reducto sacomate, usque dum apparere incipiat præponderatio, innotescet quantitas impedimen-
ti,

ti, quin opus sit gravitatem aliam atque aliam addero, ut in librâ.

PROPOSITIO VI.

Vim Retinaculi Trochlearum augere.

SÆpè contingit infixo parieti tigillo alligari superiorem trochleam; & nisi paries valdè firmus ac solidus fuerit, cujusmodi sunt antiqui parietes, non leve periculum imminet, ne ponderis vi labefactetur ipse paries, maximè si recens fuerit, & tigillus non admodum procul à summitate infigatur; ut si recentis parietis BC foramini immittatur tigillus brevior AH, ex quo in A dependet trochlea, & ex illâ pondus cum reliquâ trochleâ: fieri enim potest, ut tigillus ipse quasi Vectis à pondere adnexo depressus attollat lateres impositos, & superioris parietis compagem dissolvat. Foramen igitur ita fiat, ut paries pervius sit, illûmque pervadat longior tigillus AF, cujus caput F fune FI connectatur cum annulo in I parieti infixo: sic enim ponderis gravitas nullam inferre poterit parieti labem quamvis recenti; & quò longior fuerit tigilli pars HF supra partem HA, eò validius retinebitur trochlea in A, tigillo rationem Vectis habente.



PROPOSITIO VII.

Trochleis vim Vectis augere.

Quamvis ex dictis obvium sit Trochleas cum aliis Facultatibus componere, placet tamen hic eas cum Vecte componendas indicare. Sit prælum in torculari, sed fortè dissipata fuerit Cochlea, qua illud deorsum trahebatur, aut certè ad subitum usum properato prælo utendum sit: trabem statue transversam, quæ altero capite retineatur objecto repagulo, ne sursum attollatur. Vectis est secundi generis in medio habens pondus premendum. Alteri trabis extremitati adnectatur trochlea, ejusque compar in inferiore loco firmetur: nam funem ductarium trahentes momentum habebunt, quod ex Ratione Vectis, & ex Ratione Trochlearum componitur.

Simili methodo utendum est, si Vecte secundi generis attollendum sit pondus: loco enim potentiæ destinato, hoc est Vectis extremitati attollendæ, adnectatur Trochlea, ejusque compar in superiore loco firmetur: hic enim pariter Vectis atque Trochlearum Rationes componuntur. Quòd si funem Suculâ traxeris, aut Ergatâ, tres erunt Rationes compositæ; duabus quippe illis addenda est Ratio Suculæ aut Ergatæ.



MECHA

MECHANICORUM

LIBER SEPTIMUS.

De Cuneo & Percussionibus.

MECHANICARUM Facultatum Quarta species, Cuneus, præsentem disputationem exigit: neque enim solam corporum gravitatem, ob id ipsum quia gravitas est, vincere oportet, ac loco dimovere, quemadmodum Veste, Axe, & Trochleis, sed etiam sæpè conjunctas corporum partes, aut cohærentia proximè corpora se jungere atque divellere: id quod Cuneo potissimum perficimus, & iis, quæ ad Cunei rationem spectare videntur. Quoniam verò in iis, in quibus præcipuè Cunei vis elucet, percussione utimur, quæ sanè in paulò longiorem sermonem nos vocat, non erit abs re aliquanto latius Percussionis naturam explicare, ut potentia Cuneo applicata virtus manifesta fiat. Quamquam non semper percussione indigeat Cuneus, sed non raro impulsione contentus sit, neque semper ad divellenda ea, quæ conjuncta sunt, illo utamur, sed aliquando etiam ad deprimendum, aut attollendum corpus aliquod, ut ex sequentibus patebit. Ea verò, quæ Cunei figuram imitantur, quia in apicem desinunt, ut triangu-
gula, ideòque Cunei nomine sunt indicata sæpius à Vitruvio in Architecturæ libris, ad præsentem disputationem non attinent; quemadmodum neque subscudes, seu securiclae, quibus arcte duæ tabulae compinguntur; licèt enim cunei formam imitentur, non tamen similem, sed cuneo oppositam effectio-
nem habent, & inter retinacula connumeranda sunt.

elevetur ad altitudinem FI. Cùm itaque citrà omnem dubitationem is, qui ruditem movet, eoque cuneum percutit, illo eodem conatu nequeat cubum attollere sinè cuneo, quæritur, unde vis tanta illi accedat, spectatâ præcisè cunei figurâ, nihil interim ad percussione respiciendo.

Qui Aristoteli *Mechan. quæst. 17.* in lateribus cunei ligno scindendo interjecti duplicem Vectem agnoscenti adhærent, illicò ad Vectis Rationes confugient, quas in latere DE recognoscere conabuntur. Verùm quærenti, primi-ne? an secundi generis Vectis sit DE? vix suppetet, quid respondeant. Si primi generis, ut voluisse videtur Aristoteles; cum tria sint puncta D, & I, & E, atque primum D procul dubio potentiæ ascribatur; reliquum est medium punctum I esse hypomochlij, extremum E ponderis. Atqui nihil prorsus apparet, quod cubum H applicet puncto E, à quo neque sustinetur, neque tangitur: igitur vectis non est primi generis. Quod si in E pondus esse ultrò concesserim, illud certè ex hoc efficitur, atque consequens est, quod cuneo novâ percussione ulterius adactò, & Potentia ad hypomochlium, scilicet D ad I, accedat, & pondus ab hypomochlio, scilicet E ab I, remotius fiat; igitur & potentiæ momenta decrescerent, & ponderis momenta augerentur; ac proinde hanc momentorum decessionem, & accessionem, major movendi difficultas, & quidem notabilis atque conspicua, consequeretur; quæ tamen cum experimentis non consentit. Adde in Vecte primi generis potentiam & pondus oppositis motibus circa hypomochlium, quasi circà centrum, circulariter moveri; at hic neque ullus intercedit circa punctum I motus circularis, neque potentia descendit pondere ascendente.

At fortasse, quod aliis magis placet, vectem ais esse secundi generis; pondus quippe in I sustinetur, & est potentiæ in D existenti proximum; quare hypomochlio relinquitur extremum punctum E. Id quidem aliquantò magis appositè dictum videretur, si, quæ vectis Rationibus conveniunt, hîc quoquè in Cuneo locum habere possent; Vectis siquidem quò longior est, & potentia magis abest ab hypomochlio, cæteris paribus, plus momenti tribuit potentiæ: at Cunei DE longitudo si augeatur, manente eodem angulo IEF, eademque distantia IE, nullam

nullam facit momentorum accessionem : nulla igitur ibi Vectis Ratio intercedit. Contrà verò manente eadem cunei DE longitudine, eademque distantia IE, diminuto autem, sive aucto angulo ad E eadem perseverarent vectis Rationes; ergo & eadem momenta movendi : id tamen longissimè à vero abesse manifestis docemur experimentis, nam major angulus ad E movendi difficultatem auget, minor minuit. Cùm verò Cuneus, ex hypothesi, semper subiecto plano incumbat, utique potentia in D ab eo semper æqualiter distat, & nunquam aliùs assurgit, pondere tamen altiùs sublato, quo magis illi cuneus subjicitur : in Vecte autem secundi generis potentia ascendit, si pondus attollitur. Non igitur cuneus habet rationem vectis secundi generis ; si maximè nullum hìc haberi circa hypomochlium, tanquam circa centrum, motum circularem potentia animadvertas.

Cùm itaque à Cuneo absint Rationes Vectis, illius vires petendæ sunt ex eo, quod olim constitutum est, Facultatibus omnibus Mechanicis communi principio : videlicet, quia Cunei forma ea est, ut majore motu moveatur Potentia Cuneum impellens, quàm pondus à Cuneo repulsum ad latus ; hoc minùs resistit, quàm si æquali motu cum potentia moveretur ; atque adeò impetus motum in potentia efficiens tantæ velocitatis, & valens pari velocitate movere certum pondus, cui inesset æquè intensus ac in potentia, poterit in majori pondere entitativè æqualis, sed minùs intensus efficere motum tardiozem pro Ratione minoris intensiõis, ita tamen, ut, quæ Ratio esset intensiõis majoris in minori pondere, ad intensiõem minorem in majori pondere, ea pariter sit Ratio majoris gravitatis ad minorem gravitatem ; sic enim contingit æqualem esse entitativè motum tardiozem majoris ponderis, atque motum velociorem minoris ponderis ; quemadmodum aliàs in Vecte & in Trochleâ explicatum est. Quoniam igitur cuneus, vi impetûs impressi à potentia, dum promovetur sub pondus juxta lineam EF, repellit pondus juxta lineam FI, linea EF motum potentia meretur, linea autem FI motum ponderis. Atqui Cunei conformatio hoc habet, ut in triangulo EFI minimus angulus sit ad apicem E ; igitur per 19. lib. 1 minimum latus est FI, atque proinde minùs movetur pondus per FI, quàm potentia per EF.

Quanto

Quanto igitur major est EF quàm FI, tanto majus esse potest gravitatis momentum in I vincendum, quàm esset momentum gravitatis propellendæ in E juxta directionem FE motus potentia.

Hinc planissimè constat, cur acutiores cunei majora habeant movendi momenta, cæteris paribus. Fac enim angulum E esse adhuc minorem, utique oppositum latus minus erit quàm FI; eadem igitur linea EF ad lineam brevior, quàm FI, habet majorem Rationem, quàm ad eandem lineam FI; ac propterea pondus adhuc multo tardius movetur quàm potentia, & poterit esse majus; vel, si majus non fuerit, potentia indigebit minore conatu, & facilius movebit.

Observa autem (quantum quidem ex Cunei Ratione est) ut se initium dederit, eandem semper esse facilitatem in processu motus, quia eadem permanet Ratio motuum potentia cuneo applicatæ, & ponderis: nam ex 4. lib. 6. ut EF ad FI, ita EC ad CO, & IS, hoc est FC, ad SO, propter triangulorum similitudinem, cum sit IS parallela ipsi EC. Quantum, inquam, est ex Cunei Ratione; quandoquidem cubi H, dum manente extremitate A elevatur ex I, momenta subinde variari, suo loco, superius indicatum est. In scindendis autem corporibus, prout variè contingit scissio, aliquando peculiaris intercedere potest causa faciliorem vel difficiliorem in processu scissionem reddens.

Et quidem in scissione corporum vi cunei faciendâ non est ita proclivè Geometricas leges persequi; ad explicandam eorum resistantiam: neque enim sicut gravitas loco dimovenda facile innotescit, certamque sub mensuram cadit, ita corporum resistantia, ne findantur, fieri potest manifesta: Est siquidem scissio partium junctarum separatio; earum autem conjunctionem adeò variam esse contingit, ut certam legem subire nequeat. Nam quemadmodum inter lapides, ut monet Vitruvius lib. 2. cap. 7. alij ita molles sunt; ut etiam serrâ dentatâ, quasi ligna, secantur, immò secundum oras maritimas ab salugine exesa diffuant, & in locis patentibus atque apertis, pruina & gelu frientur, ac dissolvantur; alij duriores, sed qui interveniorum vacuitates habeant, quapropter ab igne tuti non sint, quin rarefcente aëre vacuitatibus illis interjecto dissiliant & dis-

M M m m

spicuntur; alii ita spissis compactionibus solidati, ut neque ab tempestatibus, neque ab ignis vehementiâ timeant: Ita pariter inter ligna alia aliis solidiora sunt; & unum præ alio facilius est fissile, prout particulae componentes crassiores, aut tenuiores, sunt magis aut minus exquisitè permixtae, atque nimio, sive modico, sive temperato humore concretæ, & prout juxta statum ductum, aut illa obliquè secando, instituitur scissio. Sunt autem corpora illa (quantum quidem ad præsentem tractationem spectat) partium separationi difficilius obnoxia, quorum materia ita probè subacta est, ut eorum elementa in minutissimas particulas concisa, & quasi individua corpuscula in unam naturam inobservabili permixtione temperata coaluerint eâ tantum humoris copiâ, quæ satis fuerit ad illa firmiter agglutinanda. Ex quo fit, ut hujusmodi corpora solidiora sint, minusque conspicuas inanitates admittant, atque proinde, si expoliantur, superficiem induant lævem: & undique æquabilem: id quod cæteris non accidit, quorum particulae frequentibus hiatus intercisa, cum alia emineant, alia superentur, semper aliquid habeant asperitatis; quemadmodum animadvertere poterit, quisquis lapides cum marmoribus comparaverit.

Si igitur ex solido corpore avellenda est particula aliqua, hæc istaque disjungenda est à circumstantibus particulis, quibus conjungitur, neque fieri potest, ut illa moveatur, quin proximarum particularum alia motui opposita impellantur, alia distrahantur; omnes autem ægrè à statu sibi secundum naturam debito recedentes repugnant: quò verò plures particulae vim subire coguntur, eò major est resistentia plurium quasi collatis viribus simul repugnantium. Hinc si duriora ligna secanda offerantur, potior est usus subtilioris serræ minutos denticulos habentis; quia videlicet, quò exilior atque subtilior est denticulus, minorem particulam obviam habet, quam impellat, & pauciores particulae, à quibus separetur, illam circumstant; ideoque ab iis facilius avellitur, quam particula major, quæ à pluribus disjungenda esset. Contra verò quorum particulae levi impulsu divelluntur, quia non adeò dura sunt, crassiore serrâ facile secantur, quæ in durioribus majorem resistentiam inveniens parùm utilis accideret. Hæc autem in limâ pariter observari possunt; quàm enim dissipari asperitate opus est in limâ, qua

quâ chalybs, aut qua lignum terendo expolitur? Sed & in marmorum sectione mirantur aliqui ferras adhiberi nullis dentibus, saltem conspicuis, asperas, non satis animum advertentes ad arenas aquâ asperfas, quæ huiusmodi in opere interveniunt; ut enim loquitur Plinius lib. 36. cap. 6. *arenâ hoc fit, & ferro videtur fieri, ferrâ in pratenui lineâ premente arenas, versandôque tractu ipso secante*. Expedit autem subtiliore arenâ uti, *crassior enim arena laxioribus segmentis terit, & plus erodit marmoris, majusque opus scabritiâ politura relinquit*; Sunt scilicet arenæ granula tam quæ premuntur, quàm quæ ferræ adhærent, quasi denticuli mobiles mordacis limæ eodem ductu tùm crustarum faciem leviter expolientis, tùm subjectum marmor secantis.

Est autem manifestum non eadem vi, qua super lignum ferram adducentes & reducentes scissionem inchoamus, idem pariter obtineri, si cuneo lignum premamus citrà percussione: quia nimirum cuneo prementes urgemus in directum subjectas ligni partes, quæ conjunctim resistunt, ne comprimantur, atque à lateribus cohærentes particulae repugnant, ne distrahantur: ferram verò ducentes obliquè urgemus ligni particulas dentibus respondentes, ac proinde paucula illæ tantum, quæ urgentur, resistunt compressioni, & illis attiguæ distractioni. Hinc fit cultro facilius aliquid scindi, si illius aciem quamvis hebetem & obtusam adversus corpus scissile urgeas simul, atque transversam agas; quia particulae à cultro pressæ minorem inveniunt resistantiam in transverso motu, ubi anteriores eadem cum posterioribus directione moventur, nec sibi adversantur, quàm si solo pressu extimæ urgerent interiores, quæ comprimi renuunt. Huc pariter referenda est causa, cur aded valida contingat scissio, si Harpe ictus infligatur: sic huiusmodi genere ensis in summitate falcati, & in exteriori latere exacuti usum Perseum in amputando Medusæ capite, & Mercurium in occidendo Argo centoculo refert Ovidius lib. 5. Metam. *Vertit in hunc Harpem madefactam cede Medusa*: id enim non ex solâ Harpes gravitate, sed ex ipso potissimum flexu oritur, qui efficit, ut dum vi impetûs descendit, acies etiam transverso motu ducatur supra partes corporis scissilis; ex quo & faciliior scissio. Sic quidam vulgari ense, quo equitantes viatores non in speciem, sed ad usum, præcingi solent, vituli caput uno ictu

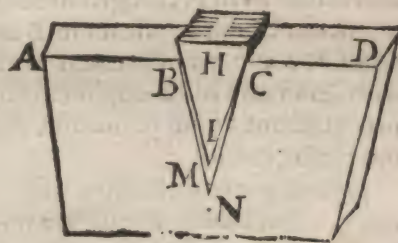
amputabat ; averſo ſcilicet iſtu percutiens gladius circulum deſcribebat , adeoque non ſolum premendo ſecabat , verum etiam motu tranſverſo : quo in negotio dexteritate potius , quam viribus opus eſt. Quod autem alij reſinum Harpes latus in canaliculum excavant , eiſque aliquid argenti vivi indunt , quod à capulo ad cuſpidem excurrat , id faciunt ad percuſſionem augendam , quia tranſlatà ad cuſpidem gravitate Mercurij , etiam percuſſionis centrum tranſfertur longius à capulo , ideoque iſtus fit validior , accedente præſertim impetu , quem Mercurius deſcendens concipit.

Non eſt itaque comparandus gladius motu tranſverſo ſcindens cum ferrâ ſecante ; hæc enim obvias particulas in ſcobem abeuntes ſenſim à ligno divellens illud demum ſublatis omnibus intermediis particulis bifariam diviſum relinquit : ille vero ſuâ acie premens atque penetrans , ſed nihil abradens , interponitur partibus , quæ invicem ſeparantur. Motus ferræ motui particularum abſciſſarum planè æqualis eſt ; dens quippe particulam , in quam incurrit , tangens impellit , ſuoque impulſu vincens nexum , quo particula ſibi cohærentibus jungebatur , illam avellit. Tranſverſus vero gladij motus ſi comparetur cum motu particularum compreſſarum , atque invicem divulſarum , multò major eſt illo ; nam culter manûs moventis motui obſecundat , & particula compreſſæ in latus recedunt , ac proinde multo velociùs movetur potentia gladium adducens aut reducens , quàm id , cui hoc motu vis inferitur : atque idcirco gladij vis ſcindendi hoc motu refertur ad cuneum. Quod ſi gladius non motu tranſverſo ducatur ſuper id , quod ſcinditur , ſed omnino motu recto preſſionis , ſit autem ferri craſſities ſenſim extenuata in aciem , quemadmodum cuneis omnibus commune eſt , idem planè dicendum erit , quod de vulgari cuneo , cui nomen hoc præcipuè inditum eſt.

Quare Cuneus in corpus ſcindendum adactus conſiderandus eſt ratione habitâ ipſius corporis , quod tenerum ac molle eſſe poteſt , atque ita flexibile , ut ſequatur quocunque torqueas , aut etiam durum , & minimè tractabile. Si molle illud ſit , immiſſum cuneum recipit , ſequæ illi aecommodat , & comprimuntur tum ſubjectæ particulae cunei aciem tangentes , tam quæ à lateribus cunei faciei congruunt : illæ omnino æqualiter promoveantur ,

moventur, ac adigitur cuneus, neque motus earum à cuneo pendet, quâ cuneus est, sed quâ corpus est suâ mole objectam molem trudens: hæ verò ad latus secedentes magis & magis, prout cunei crassitudo excrescit, minori motu moventur, quàm promoveatur immissus Cuneus; quandoquidem major est cunei longitudo ejusdem motum metiens, quàm crassities dextras atque sinistras partes impellens. Sin autem durum sit corpus, cui cuneus inferitur, illud quidem vix excogitari potest ex adeò constipatis partibus inter se quàm aptissimè cohærentibus constare, ut nullius prorsus compressionis sit capax, neque vel tenuissimum cunei-apicem admittat. Comprimuntur igitur initio partes proximè cuneo subjectæ multò magis, quàm quæ lateri adjacent; sed propter duritiem certum compressionis modum natura finivit, extra quem subjectas partes diffindi potius patiatur, atque à se mutuò divelli. Qua in fissione ipsæ etiam superiores partes majori compressioni semper validiùs repugnantes, quò penitiùs adigitur cuneus, plurimum habent momenti, ut cunei vis, quâ cuneus est, exerceatur: Quia videlicet superiores partes cum inferioribus connexæ, neque flexibiles, dum ad latera cuneo urgente secedunt, cogunt pariter inferiores ad dexteram & ad sinistram recedere; atque propterea quæ adhuc connexæ erant, distrahuntur ita, ut demum divellantur.

Sit cuneus HI in subjectum lignum immissus inter B & C; dum percussione urgetur introrsum, partes B versùs A, & partes C versùs D recedunt, & cum illis pariter inferiores B M, atque C M: ex quo fit partes in M connexas distrahi atque invicem divelli, & scissionem longiùs promoveri. Cum igitur hoc sit propositum cuneo scindere subjectum corpus, non attendendus est simpliciter motus in B & C, sed etiam qui in M efficitur, ibi quippe scissio contingit, semperque longiùs distat à punctis B, & C, locus scissionis, quò magis introrsum urgetur cuneus. Ex quo fit attentè distinguendam esse facilitatem



MMmm 3

adigendi cunei; à facilitate scindendi: quandiū enim partes faciem cunei tangentes non admodum repugnant compressioni, facillè cedunt adacto cuneo; ubi verò ulteriùs comprimi renuunt, tota vis exercenda est in distractione partium sejungendarum; quam distractionem quò majorem esse contingit, augetur sanè & cunei adigendi, & scindendi difficultas. Hæc tamen alio ex capite minuitur, quia, quò magis punctum M, in quo distrahendæ sunt partes conjunctæ, abest à punctis B & C, faciliùs consequitur scissio, nam, cæteris paribus, motus particularum, quæ sejunguntur, minorem habet Rationem ad motum punctorum B & C. Sic fustem crassiorē ab alterâ extremitate fissum juxta notabilem longitudinem ulteriùs findimus etiam solis manibus eò faciliùs, quò longior fuerit prior scissio: plurimum siquidem interest in lignis, quorum textura certum quendam & rectum staminum ordinem habet, utrū juxta eorundem staminum ductum instituatur scissio, an hæc obliquè secentur; quemadmodum & in lapidibus præstat cuneum interveniis applicare, ut faciliùs scindantur: propterea nodosis arborum partibus applicatus Cuneus ægrè illas findit, quia nodorum stamina non recto tramite, sed per anfractus & tortuosè procedunt. In hac autem ligni scissione si placeat tum particulas, quæ in M distrahuntur, tum illis subjectas atque adhuc immotas, puta in N considerare, atque vestigium aliquod duplicis Vectis secundi generis recognoscere, itaut commune hypomochlium sit in N, longitudines vectium BN, & CN, potentia medio cuneo applicata in B & C, atque resistentia vincenda in M; non me difficilem præbebo: sed & illud statim addam, non esse hunc duplicem illum Vectem, quem alij in Cuneo quærunt; cum potius sint duo vectes in diversa impulsī ab interjecto cuneo.

Quapropter ex his, quæ latiùs explicare placuit, illud conficitur, quod Cuneo aliquando resistit gravitas, ut cum ille corpori gravi elevando supponitur, aut cum disjunctorum quidem corporum gravitum, sed proximorum, saltem alterum removetur; aliquando resistit partium nexus in M, qui nisi solvatur, propelli nequeunt partes B & C cunei faciem tangentes: vis siquidem cunei proximè exercetur adversus B & C, & propter partium connexionem etiam adversus M, quamvis hoc postremum

num sit scopus scindentis : quò autem validius partes in M conjunguntur, etiam difficilius urgentur partes B & C : ligna verò adhuc viridia, & lento humore plena, quia particulæ majorem distractionem ferunt, nec faciliè diffiliunt, difficilius scinduntur, quàm ligna arida.

Quæ itaque de Cuneo vulgari dicta sunt, faciliè innotescit ea pariter convenire forficibus, cultris ensibus, novaculis, scalpriis, dentibus hominis anterioribus, & similibus, quibus ad scindendum utimur; sunt enim cunei diversimodè juxta varios usus conformati; neque egent percussione, quia res scindendæ non admodum resistunt, & solus impulsus sæpè sufficit. Forfices autem sunt quidem cunei, sed vectem conjunctum habentes, adeò ut potentia momenti augmentum acquirat ex Rationibus vectis juxta distantias tum potentiae, tum corporis scindendi, à clavo, ubi decussantur. An verò etiam scalpria, quibus Marmorarij assulas ex operibus dejiciunt; Cuneorum rationem habeant, non admodum curo; videntur siquidem non incidere marmor, sed partes superfluas decutere: quòd si percussu scalpri mucro penetrat, & dividit marmor, cuneus perinde est atque scalpria, quibus lignum cælatur.

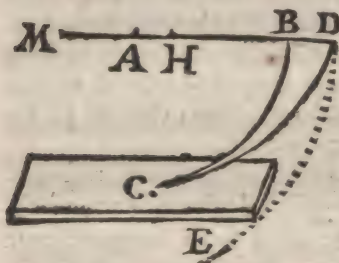
Similiter acus, subulæ, aculei, clavi ad cuneum referuntur: & quidem hujusmodi corpora quò subtiliora sunt, eò facilius penetrant, quia immissa, & juxta suam longitudinem progredientia valdè moventur interea, dum corporis perforandi particulæ distrahendæ atque comprimendæ exiguo motu in latera secedunt. Hinc constat, cur terebellâ paulo minore aperiendum sit foramen, cui immittatur clavus crassiusculus, si præsertim lignum tenue sit; ne videlicet immisso clavo tot partes adeò invicem comprimantur, ut ulteriorem compressionem recusantes cogant alias distrahi, ac demum rimâ factâ lignum diffiliat: sublatis autem terebrâ particulis aliquot, reliquæ comprimendæ ut clavum arcè complectantur, cum pauciores sint, facilius compressionem ferunt citrà periculum fractionis aut scissionis ligni.

Demum securis, & gladius cæsim feriens, cuneus est, cui quodammodo junctus est tudex; illo siquidem percutimus: quid enim interest, quod cuneum manentem tudite percutiamus, siue cuneo velociter moto percutiatur corpus scindendum?

CAPUT II.

Cunei inflexi usus ad movendum.

PRæter vulgarem Cunei formam, quæ planis extremitatibus circumscribitur; si non ad scindendum, sed ad movendum adhibeatur, utilis esse potest Cuneus inflexus, ita ut, qua saltem parte movendo corpori applicatur, faciem habeat non planam, sed inflexam, moveatur autem non circa ejusdem circularis curvitatæ centrum. In crassiore tabulâ assumpto A puncto



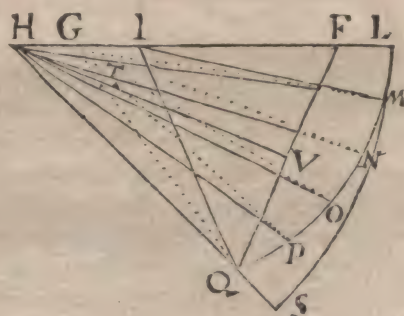
tanquam centro describatur placito intervallo A B pars arcûs circuli B C, sive Quadrans, sive Quadrante minor, sive major fuerit. Tum centro alio assumpto, & majore aliquo intervallo, alia circuli pars describatur D C occurrens priori arcui B C in puncto C, sive ibi se contingant, sive secant arcus, prout tibi

commodius acciderit. Resecatis igitur supervacuis tabulæ partibus, & retentâ parte curvilineâ, habetur cuneus B C D inflexus, qui suam vim exerceat non motu recto, ut cæteri cunei, sed curvo: propterea illi ad firmitatem addantur transversaria ab extremitatibus cunei exeuntia, & in unum punctum coeuntia, circa quod, tanquam centrum, moveri possit cuneus. Ad firmitatem, inquam, quia, ad motum, satis esset crassiori extremitati B D addere appendicem B M, in qua assumi possit punctum, circa quod moveatur, quodcumque illud sit, modò non sit centrum arcûs D C, si arcus ille impellat corpus movendum, neque punctum D minùs distet ab hujusmodi centro motûs, quàm punctum aliud extremum C. Contra verò si cunei conatus exercendus sit trahendo, & corpori applicetur arcus B C, oportet centrum motûs minùs abesse ab extremitate B, quàm

quàm ab apice cunei C. Hùc scilicet spectare videntur ferrei
uncini, quibus duo corpora fibulantur, aut resibulantur, ut
cum armaria, fenestræ, aut capsulæ clauduntur & recludun-
tur. Quare intellectâ rectâ D M tanquam parte diametri ci-
culi, cujus arcus exerceat vim cunei, si hic sit arcus D C,
oportet ejus centrum inter extremitatem D, & punctum M
centrum motûs, interjacere; sin autem sit arcus B C, inter A
centrum circuli, & extremitatem B, oportet interjici centrum
motûs H: ab illo quippe centro M in primo casu removeri
oportet corpus movendum, & ad hoc centrum H accedere
oportet corpus trahendum. Quod si recta D M non fuerit pars
diametri transeuntis per centra arcûs & motûs, saltem oportet
illam hujusmodi diametro propiorem esse, quàm sit recta ex
centro motûs ad C ducta; id quod ex 7. lib. 3. manifestum est.

Firmato itaque pro loci opportunitate centro motus, & applicatum ad impellendum pondus cuneum BCD urgens potentia in D , describit circa M centrum motus arcum circulearem DE , sed pondus non propellitur nisi juxta differentiam linearum à punctis arcus DC ad M centrum motus ductarum. Ex quo fit movendi facilitatem

subinde augeri, cæteris pa-
ribus. Hoc autem ut pla-



cùm ex hypothefi notus fit angulus LIQ, investigetur angulus IHQ, quem metitur arcus LS; hujus autem quantitas prodit ex datis partibus Radij HL. Quare angulus LIQ fit gr. 15. IL partium 10000, IH partium 5000. Igitur in triangulo HIQ angulus IHQ est gr. 10. d. 45": atque si ex Cyclometricis ineatur Ratio mensuræ arcûs LS, invenietur in partibus Radij IL 10000 ferè par arcui LQ; hic est partium 2618, ille 2621. Quapropter in tam exigua circuli portione perinde est arcum LQ, atque arcum LS considerare. Singulæ itaque partes quintæ arcûs descripti sunt particularum 524.

Jam verò per Trigonometriam, ex datis lateribus HI 5000, & IM 10000, atque angulo comprehenso HIM, ut pote supplemento ad duos rectos noti anguli LIM ex hypothefi gr. 3. (similiter in reliquis triangulis eadem sunt latera, & angulus comprehensus sensim per gr. 3. minuitur) inveniatur linearum longitudo; & est in iisdem Radij IL partibus 10000 linea HQ 14885, HP 14927, HO 14959, HN 14981, HM 14995, atque demum HL 15000. Sunt igitur linearum ex Q ad L incrementa inæqualia, videlicet 42, 32, 22, 14, 5, quibus respondet motus ponderis cuneo propulsi, qui semper decrefeit, dum potentia motus æquales perficit. Ratio proinde motûs potentiæ ad motum ponderis initio, dum cunei pars QP subinde ponderi applicatur, atque Potentia venit ex L in M, est ut 524 ad 42, deinde in PO ut 524 ad 32, in ON ut 524 ad 22, in NM ut 524 ad 14, in ML ut 524 ad 5. Cum itaque semper major fiat Ratio motuum, augetur movendi facilitas; atque perinde fit, ac si acutior semper atque acutior cuneus adhiberetur.

Hic tamen observandum est ita temperandum esse movendi facilitatem cum ipso ponderis motu, ut illam consecutendo hoc minùs moveri non contingat, quàm par fuerit: quò enim punctum, quod est centrum motûs, minùs abest ab I centro arcûs LQ, eò quidem faciliùs movetur pondus, quia ad hujus motum potentiæ motus majorem habet Rationem, sed à pondere minus spatium percurritur. Nam si centrum motûs sit G, & IG partium 2500, quarum IQ est 10000, linea GQ est 12432, GP 12456, GO 12475, GN 12489, GM 12497, GL 12500: atque adeò linearum incrementa sunt 24, 19, 14, 8, 3; cum tamen quinta pars arcûs intervallo GL descripti à potentiâ

tiâ sit proximè 524; Major est autem Ratio 524 ad singula hæc linearum incrementa, quàm cum motûs centrum est H. Cum hac tamen movendi facilitate connectitur exiguus ponderis motus; nam inter 12432 & 12500, quæ sunt extremæ lineæ G Q & G L, differentia 68 minor est quàm differentia 115 inter H Q 14885 & H L 15000, quæ differentia inter extremas lineas metitur ponderis motum: est siquidem differentia inter aggregatum laterum & basim trianguli H I Q, aut G I Q, mensura, juxta quam pondus promoveretur impulsu cunei. Cum verò I Q & I L, utpote semidiametri, æquales sint, basis autem H Q major sit basi G Q (nam in triangulo H G Q amblygonio basis H Q opponitur majori angulo) fieri non potest, ut eadem sit motûs ponderis mēsurā æqualis ipsis F L aut Q S, nisi ab assumpto motûs centro descriptus arcus (intervallo usque ad Q punctum illi centro proximum) transeat per extremitates easdem Q & F, per quas transiret arcus ex H intervallo H Q descriptus. Quare duo circuli se in duobus punctis secantes communem haberent rectam lineam Q F, ad quam bifariam sectam in V perpendicularis V H transiret per utriusque circuli centrum, ex 3. lib. 3. ac proinde, cum ex. 5. lib. 3. non habeant idem centrum H, alterius circuli centrum esset extra rectam H I, puta in T.

Utrum autem dato eodem motûs centro, & datâ pari arcûs portione, præstet arcum esse majoris, an minoris, circuli partem, vix est dubitandi locus. Quando enim duo circuli idem planum in eodem puncto contingunt, peripheria majoris interjicitur inter planum datum & peripheriam minoris circuli; atque adeò ab eodem motûs centro lineæ ad illam majoris circuli peripheriam ductæ omnes secant peripheriam minoris, ac propterea, utpote longiores, majorem efficiunt pressionem, longiusque propellunt corpus, quod impellitur. Hinc si viribus potentia abundet, & ad majus spatium protrudere oporteat pondus, adhibenda est peripheria majoris circuli; contra verò minore utendum est, si parum movendum sit, & potentia imbecillior.

Porrò hîc exerceri cunei vires, quis ambigat? neque enim admodum interest, plana-ne? an inflexa? sit ejus facies, modò ex ejus interjectu duo disjuncta corpora magis invicem removeantur, sive utrumque simul in diversas partes abeant, sive altero manente, alterum tantummodo moveatur. Hîc autem im-

motum manet centrum, circa quod vertitur portio circuli excentrici, quæ sive simplici impulsione, sive etiam percussione, adacta urget corpus, quod contingit, neque aliter quàm si inter validum stipitem humi defixum, atque pondus interjiceretur vulgaris cuneus planus.

Verùm quamvis hætenus potentiam in ipsa cunei inflexi extremitate posuerimus ad explicandum ejus motum, nihil tamen refert: nam si etiam circa medium cuneum fuerit ansa, qua arreptâ ille valeat circumduci, perinde est; motus siquidem potentiæ ad ponderis motum eandem servat Rationem. Ex quo manifestò deprehenditur nullam esse in Cuneo Vectis umbram; in Vecte siquidem certus est potentiæ locus, quo mutato etiam momenta variantur: at in hujusmodi Cuneo non contingit momentorum mutatio, cujuscumque tandem cunei parti applicetur potentia, dummodo ea sit dispositio, ut vires suas æquè exercere valeat, sive in hac, sive in illâ arcûs extremitate, hoc est ad L aut Q, sive circa medium ad O, aut N, constituatur. Cave tamen putes æquè liberum esse in majore aut minore distantia à centro motûs H aut G potentiam collocare: id enim sanè perperam fieret; pro Ratione siquidem distantia à centro motûs majorem aut minorem arcum potentia suo motu describeret: esto nihil interfit, cuinam parti applicetur, servatâ eadem à prædicto motûs centro distantia. Propterea si ad Q applicetur potentia cuneum trahens, ansa ejusmodi apponenda est sursum recurva, cui applicata potentia non minorem arcum describat, quàm si illa applicaretur puncto L impellens cuneum: non est scilicet par potentiæ motus, qui sit intervallo H Q, ac intervallo H L. Similiter autem Cuneo plano uti licebit, cujus latera si ferreo paxillo hinc atque hinc extante trajeceris, ut arreptis utrâque manu paxilli extremitatibus cuneum adducere valeas, aut impellere, duo corpora, quibus cuneus interjicitur, disjunges: immò si fissili ligno bicubitali juxta staminum ductum cuneum eundem ita per vim immiseris, ut cuneum elevatum sequatur pariter & lignum, tùm ligni calce saxum percusseris, cuneus scissionem promovebit, quocumque tandem in loco sive juxta ipsius cunei apicem, sive juxta basim immissus fuerit paxillus ille, cui potentia applicatur.

CAPUT

CAPUT III.

Cuneus perpetuus circulo excentrico effingitur.

Cuneum Perpetuum voco non eum, qui perpetuâ, hoc est majore semper atque majore impulsione corpus propellat longius atque longius; id enim, ut satis clarum est, infinitam exigeret cunei longitudinem: sed eatenus dico *Perpetuum*, quatenus potentia illi semel applicata institutum motum juxta eandem directionem perpetuare potest: id quod neutiquam contingit secundum rectam lineam, quæ spatium requireret infinitum perpetuo illo motu percurrendum; sed potentia in orbem progrediens, & cuneum contorquens, motus alternos perficit.

Et primum quidem id fieri potest circulo, cujus motus centrum absit ab ejusdem circuli centro; vis enim cunei erit ad propellendum corpus intervallo duplo intervalli centrorum; momentum verò potentia defumetur ex semiperipheriâ circuli, cujus Radius æqualis sit dati circuli semidiametro auctæ centrorum illorum intervallo; si tamen extremitati à centro motus maximè distant ipsa potentia applicetur.

Sit datus circulus B E D, cujus centrum A: fiat motus centrum C, circa quod in gyrum agatur constitutus circulus. In hoc motu duo circuli concentrici describuntur; alter quidem à puncto D, Radio C D, alter verò à puncto B, Radio C B. Quare dum potentia ex B per G venit in H, punctum D per K venit in L, & corpus, quod puncto D applicitum erat, à peripheriâ circuli B E D sensim propellitur, donec veniat ex D in H. Est autem D H æqualis ipsi B L, quia ex æqualibus C H & C B auferuntur æquales C D



NNnn 3

& CL : inter diametros verò BD & LD differentia est BL : igitur quia diametrorum differentia dupla est differentia semidiametrorum, BL est dupla ipsius AC differentia semidiametrorum AD & CD. Quapropter etiam DH spatium, quod à pondere propulso percurritur, duplum est intervalli centrorum AC. Demùm potentia in B, ex hypothesi, applicata momentum habet juxta Rationem semiperipheria BGH ad spatium DH duplum intervalli centrorum AC : hæc siquidem est Ratio motuum potentia & ponderis. Hinc si ponatur dati circuli Radius AB 100, & centrorum distantia AC 13, erit DH 26 : At semiperipheria BGH ad suum Radium BC est ut 355 ad 113; igitur BGH ad DH est ut 355 ad 26. Quare, cæteris paribus, quò majus est centrorum intervallum, eò majores requiruntur in potentia vires; quia hujus intervalli duplum est spatium, per quod impellitur pondus, manente eodem potentia motu.

Est autè attentè considerandū, utrū præstet, cæteris paribus, majore circulo uti : Cæteris, inquam, paribus, ut scilicet idem sit centrorum intervallum, & eadem potentia à cetro motus distantia. Et primò observandū est cuneum esse LBE D, cujus vertex est angulus cōtingentia factus à peripheriâ dati circuli, & à peripheriâ circuli, quem circa centrum C in motu describit extremas D. Deinde semiperipheria BGH à potentia descripta in motu (& est ex hypothesi partiū 355, quarū Radius CB est 113) dividatur in partes æquales duodecim, ita ut singulae respondeant gradibus 15, & singulis comperant partes 29 $\frac{1}{2}$. Similiter semiperipheria DOL in 12 æquales partes singulas gr. 15. dividatur : adeò ut cum linea BD circa punctum C circumacta angulum gr. 15 descripserit, potentia sit progressa per partes 29 $\frac{1}{2}$. Examinandum est, quanto spatio interim propellatur pondus, quod erat in D, versus H.

Sit angulus DCO, hoc est arcus DO, gr. 15 : ducta intelligatur recta CO usque in N peripheriam dati circuli; est igitur ON motus ponderis ex D versus H. Quapropter investiganda est ipsius CN longitudo, ut appareat ejusdem excessus supra CD. Ducatur dati circuli Radius AN notus partium 100; datur item intervallum AC partium 13; notus est angulus ACN gr. 165 : ergo per Trigonometriam innotescit primò angulus CNA gr. 155'. 41"; atque ex eo reliquus angulus NAC

gr.

Liber septimus. CAPUT III. 655

gr. 13. 4'. 19", hoc est arcus ND: deinde habetur longitudo CN partium $87\frac{38}{100}$, quarum CO, hoc est CD est 87: igitur ON est $\frac{18}{100}$. Quod si arcus DO ponatur gr. 30, in triangulo ACN dantur eadē latera AN 100, & AC 13, & angulus ACN gr. 150: igitur invenitur CNA gr. 3. 43'. 37"; atque angulus NAC, hoc est arcus ND gr. 26. 16'. 23", & linea CN partium $88\frac{52}{100}$: igitur ON est part. $1\frac{72}{100}$. At arcus DO sit gr. 45; est angulus ACN gr. 135: datis iisdem lateribus AN 100, & AC 13, invenitur angulus CNA gr. 5. 16'. 27", atque angulus NAC, hoc est arcus ND gr. 39. 43'. 33", & linea CN part. $90\frac{38}{100}$: igitur ON part. $3\frac{38}{100}$. Similiter si DO sit gr. 60. invenitur ON part. $5\frac{86}{100}$; si verò fuerit gr. 75, est ON $8\frac{84}{100}$: si gr. 90, est ON $12\frac{15}{100}$. Mutetur jam hypothesis, & circuli dati Radius sit duplex, scilicet AD, hoc est AN, partium 200, quarum AC est 13. Sit arcus DO gr. 15: invenitur angulus CNA gr. 0. 57'. 51": atque angulus NAC gr. 14. 2'. 9": ac proinde linea GN partium $187\frac{40}{100}$, quarum CD, hoc est CO, est 187; quare ON est $\frac{40}{100}$. Sit deinde arcus DO gr. 30: invenitur angulus CNA gr. 1. 51'. 45", & angulus NAC, hoc est arcus DN, gr. 28. 8'. 15", atque demum linea CN part. $188\frac{63}{100}$: igitur ON part. $1\frac{63}{100}$. Denique arcus DO sit gr. 45: deprehenditur angulus CNA gr. 2. 38'. 4". angulus NAC, hoc est arcus DN, gr. 42. 21'. 56"; & linea CN part. $190\frac{12}{100}$; atque adeò ON part. $3\frac{50}{100}$. Si DO sit gr. 60, ON est part. $6\frac{18}{100}$; si DO sit gr. 75, ON est $9\frac{35}{100}$. Si sit gr. 90, ON est $12\frac{27}{100}$.

Ex his manifestò constat initio motûs in primo quadrante à circulo majore paulò ampliùs propelli pondus ex D versùs H, quàm à circulo minore, datâ angulorum motûs ad centrum C paritate. Verùm in circulo majoris diametri non solum pari graduum numero respondet longior arcus pro Ratione diametrorum, sed etiam, ut ex superioribus calculis constat, major circulus plures gradus ponderi coaptat, quàm minor. Sic in motu ad centrum C gr. 15, circulo minori, cujus Radius 100, competunt gr. 13. 4'. 19"; at circulo majori, cujus Radius 200, competunt gr. 14. 2'. 9". Quare præterquam quod duplex est longitudo

longitudo arcus majoris, quia duplex est Radius, adhuc superest longitudo gr. 0. 57'. 50": cum tamen motus ponderis in minore sit $\frac{38}{100}$, in majore $\frac{40}{100}$; quod discrimen $\frac{2}{100}$ longè minus est illo excessu arcus.

Quapropter si Potentia peripheriæ dati circuli partibus subinde applicetur (ut si extarent ad orbitam paxilli perpendiculares) patet in majore circulo haberi majora momenta; multo magis, si applicetur juxta maximam à motus centro distantiam; id quod fieri expedit, si nihil obsit: At si Potentia à centro motus æquè absit in majore atque in minore circulo, non habetur hoc momentorum compendium, quod ex distantia facillè obtineri posset.

Si itaque corpus ex D in H impulsus aut vi elasticâ restituere se possit ex H in D, aut illud sublevatum (si circulus fuerit in plano Verticali) suâ gravitate descendere valeat ex H in D, paulatim in priorem locum redibit, cum potentia transgressa punctum H per I se restituet in B: potentia igitur perpetuò in gyrum circumactâ, circulum similiter versando, corpus illud in motu reciprocando servabit constantiam. Quod si virtute elasticâ præditum sit corpus impulsus ex D in H, illa pariter, præter insitam corpori gravitatem, movendi difficultatem augebit, quippe cui vis inferenda est, quam deinde excutere valeat. Quare satius fuerit omnem virtutem elasticam amovere (si id quidem fieri possit) ut sola gravitatis resistentia superanda sit.

Ut autem corpus ultro citròque remeare possit ex D in H, & vicissim ex H in D, regula statuatur in Verticali plano erecta, sed versatilis circa axem, aut annulum alteri ejusdem regulæ extremitati infixum, & reliqua regulæ extremitas mobilis occurrat circulo in B: Tum funiculo longitudine diametrum BD æquante connectatur regula cum pondere movendo; sic enim fiet ut regulæ extremitas devenierit in L, quando pondus fuerit in H; atque propellendo regulam ex L in B, pondus ex H trahetur in D, & perpetua vicissitudine tum regula, tum pondus à circumacto cunco impellentur: semper verò resistentia orietur ex ponderis modò impulsu, modò attracti gravitate; regula siquidem per se nihil obsistit, sed quatenus cum pondere trahendo conjungitur. Verum qua positione collocandus sit funiculus

niculus circuli diametro BD respondens, an supra, an infra circulum BED, quid opus est explicare? satis enim cuique manifestum est attendendum esse, qua ratione ipsi circulo applicetur potentia movens; nam si illum Potentia agitet paxillo in superiori aut inferiori facie extremæ orbitæ infixio, patet funiculum adversæ faciei respondere, ne in illum paxillus incurrat. Sin autem potentia circulo non proximè adhæreat, nec illum tangat, quia ex centro C exeunti axi additum est manubrium circulo parallelum, aut Vectis, aut circulus alius eidem parallelus, liberum erit funiculum alterutri circuli faciei respondentem collocare, ex neutrà scilicet parte impedimento esse potest potentiæ se in gyrum contorquenti.

Ne me verò carpendum puta, quòd integrum circulum FBED proposuerim, cum satis esse possit segmentum paulo majus semicirculo BED (ut scilicet sit locus axi infigendo in C motûs centro) cui tota vis impellendi sive pondus, sive regulam, tribuenda est. Eo consilio integrum circulum FBED proposui, ut liberum potentiæ sit sive in dexteram, sive in sinistram motum instituere, atque promiscuè uti modò cuneo inflexo BED, modò BFD, prout commodius acciderit. Deinde si semicirculo tantum BED utamur, & vis elastica interveniat, aut gravitas sublevata recidat, ubi potentia venerit in H, & semicirculi BED sit facta positio HML, fieri non potest, ut potentia versùs I procedat, quin illicò & quasi momento pondus redeat ad D; hujusmodi verò motus adeò velox vix contingere sæpiùs potest citra aliquod detrimentum; cui periculo occurritur, si integer fuerit circulus FBED, sensim enim fit regressus ex H in D.

CAPUT IV.

Ex Cylindro construi potest Cuneus perpetuus.

Altera species Cunei perpetui desumi poterit ex Cylindro Recto obliquè secto, erit siquidem sectio Ellipsis; & potissimum

OOO

cedentem ineundam suscepi. Illud verò tanquam certum & demonstratum pono, quod Ellipsis, quæ ex Coni sectione, ab ea quæ ex Cylindri sectione oritur, non differt, ut quidam minus attenti perperam existimârunt; proinde quælibet oblata Ellipsis ad aliquem Cylindrum spectare potest. Ad quem autem cylindrum illa pertineat, facile est determinare ex ipsius Ellipsis Axe minori, qui est æqualis diametro Cylindri. Datis igitur, Axibus, Majore, & Minore, invenire oportet, quanta sit in hujusmodi Cylindro obliquitas sectionis Ellipsim constituens: id quod obtinetur, si ex quadrato Axis Majoris auferatur quadratum Axis Minoris; residui enim Radix quadrata dabit in Cylindri latere longitudinem, qua distant inter se duo plana basi parallela, inter quæ intercipitur sectio obliqua.

Sit data Ellipsis $DECF$, cujus major Axis DC 25, Minor FE 20. Axi FE æqualis est cylindri diameter CI . Igitur planum per axem cylindri ductum habet cum plano obliquè secante communem sectionem DC Axem Ellipsis, & cum cylindri base sectionem facit CI , atque in superficie dat latus DI . Quare est triangulum rectangulum CID , cujus datur hypotenusa DC 25, & basis CI 20: ex ipsius DC quadrato 625 ablatum quadratum ex CI 400, relinquit 225, quadratum perpendiculi DI , quod propterea est 15. Plana igitur CI , & AD parallela distant intervallo CI 15. Cum itaque ex basis diametro CI 20 innotescat ejusdem cylindricæ basis peripheria $62\frac{84}{100}$ proximè, superficies cylindrica $ACID$ manifesta est $942\frac{60}{100}$, cujus semissem 471 $\frac{30}{100}$ dividit bifariam semiperimeter Ellipsis DEC . Est igitur triangulum rectangulum, cujus latera circa rectum sunt latus DI 15, & cylindricæ basis semiperipheria CHI $31\frac{42}{100}$; horum quadrata 225, & $987\frac{2164}{10000}$ in summam colligantur, & quadrati $1212\frac{2164}{10000}$ Radix $34\frac{82}{100}$ ferè, est Ellipsis semiperimeter DEC , integra verò $DECF$ erit $69\frac{64}{100}$.

Quapropter cum plana per AD & CI ex hypothesi sint parallela, etiam DI , & AC æqualia sunt latera. Igitur cum cylindri dati nota sit diameter 20, atque adeò semiperipheria AD $31\frac{42}{100}$, sit data obliquitas, quam metitur AC 15, ex summâ quadratorum rectæ AC , & semiperipheriæ AD , eruat

OOOO 2

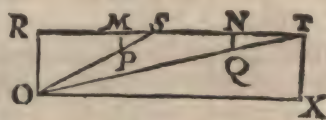
Radix quadrata, & dabit semiperimetrum Ellipsis DFC prox-
 mam veræ, quæ ex jam datis est illa eadem, quam paulo antè
 invenimus $34 \frac{82}{100}$.

Hinc igitur innotescunt momenta hujusmodi cunei, com-
 paratis inter se lineis, quæ definiunt motum ponderis atque
 potentiæ; pondus enim movetur juxta lineam AC, potentia
 autem juxta semiperipheriam cylindri, quatenus videlicet præ-
 cisè atque simpliciter ratione ipsius cunei motus illi convenit.
 Verùm quia non facilè potentia applicatur proximè superficiei
 cylindri, & sæpius expedit potentiæ momenta augere; propterea
 Cylindro infigitur Vectis MN, cujus longitudo desumitur à
 puncto, ubi ille concurret cum Axe Cylindri, usque ad extre-
 mitatem N, cui potentia applicatur. Hæc autem longitudo,
 manente eodem cuneo, varia omnino esse potest, atque adeò
 potentiæ momenta repræsentabit semiperipheria circuli ab ex-
 tremirate N descripti, quæ comparanda erit cum motu ipsius
 ponderis ab obliquitate sectionis definito, ut dictum est.

At subdubitare contingit, utrùm crassiore, an graciliore cy-
 lindro uti expediat, manente eadem obliquitatis mensurâ, at-
 que eadem vectis longitudine; manet siquidem eadem mo-
 tuum Ratio; sed augeri videtur corporum conflictus ex mutuo
 tritu, nam in crassiore cylindro major est elliptica semiperime-
 ter, quàm in tenuiore, ut manifestum est, si methodo paulò
 antè indicatâ res ad calculos revocetur: quamobrem ex majore
 hoc tritu augeri videtur difficultas movendi, cum maneat ea-
 dem corporis gravitas, eadem potentiæ virtus, eadem motuum
 Ratio. Longè tamen aliter se res habet; quandoquidem duo-
 rum corporum se se invicem in motu contingentium conflictus,
 qui ex superficiei asperitate oritur (hîc corporis unius conatum
 adversùs aliud vi suæ gravitatis mente sæcernimus à conatu,
 quo illud repellit præcisè vi suæ molis tanquam objectum im-
 pedimentum, etiamsi adversùs illud non gravitet) conside-
 randus est, quatenus corpus impulsus adversatur directioni
 motûs corporis impellentis. Hinc est minimum esse conflictum,
 si ambæ facies se in plano Verticali contingant, & alterutrum
 corpus in eodem plano Verticali moveatur; nam reliquum cor-
 pus non repellitur, quia in illud non incurrit linea directionis
 motûs alterius corporis, sed solum prominulæ utriusque corpo-
 ris

ris particulæ, quatenus aliæ in alias incurrunt, impediunt motum pro earum magnitudine & numero: quoad impedimentum maximâ ex parte tollitur, si pingui aliquo humore delibutæ facies lubricæ fiant; replentur scilicet inanitates inter prominulas particulas interjectæ, quas intercapedines subire non tam facile possunt corporis proximi particulæ. Sic si integer esset cylindrus, suâ basi aut limbo CHI contingens subiectum corpus, minimo tritu cum illo confligeret in motu circa suum Axem, quia huiusmodi motui non opponitur corpus illud in I positum. At verò major est conflictus, quando directioni motûs illud adversatur, ut cum prope D esse intelligitur aliquâ sui parte subiectum cylindro, qui obliquè sectus circumagi non potest, quin urgeat illud ex D versùs I . Quò autem maiore angulo planum Ellipticum $CEDF$ inclinatur ad basis planum CHI , eò magis conversioni cylindri adversatur objectum corpus, adeoque maior invenitur difficultas.

Cum itaque in maiore cylindro, datâ æquali obliquitatis mensurâ AC (æqualem obliquitatem non dico) planum obliquè secans minorem angulum cum plano basis cylindri constituat, magisque ad ipsam basim accedat, minus habet resistentiæ ab objecto corpore, si particulæ singulæ considerentur, quamvis cunctæ resistentiæ simul collectæ demùm in æqualem summam à mensura AC definitam coëant. Sit enim minoris cylindri semiperipheria RS , mensura obliquitatis RO , semiperimeter Ellipsis SO : Manente autem eadem RO , sit maioris cylindri semiperipheria RT , & ellipsis semiperimeter TO ; utique angulus RSO , utpote externus, maior est interno opposito RTO ; ac proinde alternus SOX maior est alterno TOX , quibus angulis repræsentatur plani obliquè secantis inclinatio ad basim cylindri. Quamvis igitur ex cylindri convolutione semiperimeter Ellipsis SO impellat pondus juxta mensuram RO , & juxta eandem mensuram RO impellatur pondus à semiperimetro Ellipsis TO ; item ab illius quadrante SP , atque hujus quadrante TQ , æqualiter impellatur juxta mensuram MP , & NQ , quæ æquales sunt (utraque



scilicet est quadrans ipsius RO , siquidem propter triangulorum similitudinem, ut OS ad PS , ita RO ad MP , & ut OT ad QT , ita RO ad NQ ; sed ex hypothesi OS est quadrupla ipsius PS , sicut OT est quadrupla ipsius QT ; igitur RO est quadrupla ipsius MP , & ipsius NQ , quæ propterea sunt æquales) quia tamen QT major est quàm PS , quæ Ratione RT major est quàm RS , & OT major quàm OS ; idcirco eadem resistantia distributa per plures particulas longioris QT , seu OT , minor est in singulis particulis, quàm cum distribuitur per pauciores particulas brevioris PS , seu OS . Minus igitur TO suis particulis subinde contingens corpus, quod impellit, cum eo confligit, quàm confligit SO pertinens ad minorem cylindrum.

Hujusmodi Cuneum inflexum ex cylindro obliquè secto perpetuum esse in reciprocando motu, satis



manifestum est, si postquam pondus ex D propulsum est in I , iterum redeat ad D ; absolutâ enim cylindri conversione iterum pondus ex D ad I propellitur. Id autem ut fiat, statuatur jugum KL circa axem in V versatile, ita tamen ut V respondeat axi cylindri: tùm in L adnectatur pondus, quod ex D impelletur in I , dum Cylindri dimidia revolutio ex

D per F in C perficietur: quia autem in reliquâ dimidiâ cylindri revolutione jugi extremitas K jam repulsa sursum versus A , impelletur iterum ad C , pondus restituetur ex I in D , atque ita deinceps reciprocando impulsionem tum ponderis adnexi in L , tùm extremitatis K . Hinc si ex laqueari pendeat statua ventum referens, & in speciem volantis ingentes alas expandens junctas jugo KL , atque in superiore conclavi adsit qui cylindrum circumagat, alis reciprocantibus commovebitur aër, & aura excitabitur ad refrigerandum.

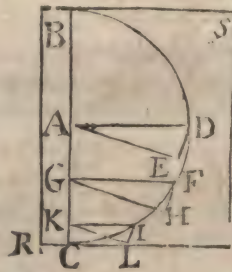
Pro variis demum usibus statuatur cylindrus modò horizontali, tanquam Ergata, perpendicularis, modò velut Sucula, parallelus: Eritque expeditissima ejus conversio, si centrum Ellipsis nulli polo innitatur, sed cylindrus ipse congruo loculamento ita inferatur, ut in eo sit versatilis, & quam primò dederis, positionem

sitionem deinceps servet, ac neutram in partem nutet. Id quidem paulò longiorem cylindrum exigit; non tamen est necesse unius perpetuæ crassitie esse cylindrum; sæpè enim nimis crassum atque incommodum esse contingeret; sed frusto cylindrico crassiori obliquè secto firmiter inleri poterit gracilior cylindrus, ita ut axis axi conveniat, & rectam lineam constituent; atque hic in foramen immisus, in quo versatilis est, dum contorquetur, crassiozem cylindrum pariter convolvit.

C A P U T V.

Cuneum perpetuum Circulus inclinatus imitatur.

Tertiam hanc cunei perpetui speciem duabus superioribus adjicere non inutile fuerit, ut legenti hujus libri cap. ult. prop. 6. constabit, quanquam fortassis alicui à superiore parùm distare videatur; ibi enim Ellipsim ex cylindri recti sectione obliquâ, hîc circulum suo quidem centro insistentem, sed inclinatum proponimus. Ut autem res clariùs exponatur, concipiamus circulum à plano horizontali RS sectum per centrum A, ita ut eorum communis sectio sit diameter BC, semicirculus autem superior ad horizontem inclinatus sit BDC; qui per AD bifariam secetur plano Verticali ad subiectum planum RS horizontale recto; sitque horum planorum communis sectio recta AE. Tum ex D Quadrantis extremitate demittatur per 11. lib. 11. perpendicularis ad subiectum planum recta DE; quæ propterea ex defin. 3. lib. 11. facit cum rectâ AE angulum rectum. Accipiat arcus DF, & per F in circuli plano ductâ FG parallelâ ipsi AD, per eam ductum intelligatur planum parallelum plano transeunti per AD. Igitur planum horizontale plana illa parallela secans, per 16. lib. 11. facit sectiones AE & GH parallelas, ac proinde, cum duæ rectæ AD & AE duabus rectis GF & GH sint parallelæ,



parallelæ, etiam per 10. lib. 11 anguli DAE , & FGH (cum illæ sint similiter positæ) sunt æquales. Jam ex F demittatur in subiectum planum perpendicularis FH , quæ cum rectâ GH constituit angulum rectum. Cum itaque duo triangu-
la AED & GHF rectangula habeant angulum DAE angulo FGH æqualem, & reliquus reliquo æqualis est, atque similia sunt triangu-
la: Quapropter ut AD ad DE , ita GF ad FH , & permutando ut AD ad GF , ita DE ad FH . Eadem erit ratiocinatio in triangulo KLI similiter factò, quod erit reliquis simile, & ut AD ad KI , ita DE ad IL : atque ita deinceps de cæteris omnibus triangulis, quæ efformari possunt à lineis parallelis Radio AD , tanquam hypotenuse, & à perpendicularibus cadentibus in subiectum planum ex peripheriâ circuli inclinati, & à rectis, quæ jungunt punctum, in quod cadit perpendicularum, cum extremitate altera hypotenuse. Quoniam verò omnes lineæ parallelæ Radio AD sunt Sinus arcuum à puncto C incipientium (sic IK est Sinus arcus IC , FG est Sinus arcus FC) omnium illarum Ratio manifesta est ex Canone Sinuum, si arcuum quantitas in gradibus data sit, vel nota; quare etiam nota est Ratio perpendicularorum DE , FH , IL . Hæc autem, quæ de Quadrante DAC dicta sunt, etiam de reliquo Quadrante DAB intelliguntur; & quæ de hoc superiore semicirculo demonstrata sunt, etiam de inferiore semicirculo vera sunt, quatenus ille ad hoc idem planum horizontale RS refertur, à quo circulus bifariam secatur.

Jam verò integer circulus cum alio plano horizontali non Secante, sed Tangente circulum inclinatum in puncto infimo, compareretur: sunt autem duo hæc plana horizontalia invicem parallela; & perpendicularum à puncto D cadens in planum horizontale Tangens, est duplum perpendiculari DE , quemadmodum totius circuli diameter secundum certam mensuram, & data sit circuli inclinatio, sive perpendiculari longitudo, qui est Sinus anguli inclinationis, facile est invenire singularum perpendicularium quantitatem. Nam si datur angulus inclinationis circuli ad planum Tangens (cùm hoc sit parallelum plano Secanti) angulus ille æqualis est angulo DAE : quare sicut in triangulo DAE rectangulo datur hypotenusa AD Radius circuli,

circuli, & angulus acutus adjacens D A E, ex quibus invenitur latus D E, ita manifestum fit perpendiculum à summo circuli inclinati puncto D in planum horizontale Tangens, quod est duplum lateris D E inventi.

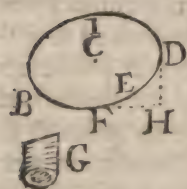
Sivè igitur detur puncti D à plano horizontali Tangente distantia, sivè inveniatur, distantia hæc bipartitò dividatur, ejusque medietas tribuatur perpendiculari D E. Tum Quadrans D C in quotlibet partes æquales divisus intelligatur, puta in decem, & ex Canone accipiantur singulorum arcuum Sinus gr. 81. 72. 63. 54. 45. 36. 27. 18. 9: deinde fiat ut Radius ad singulos Sinus, ita notum perpendiculum D E ad aliud, & proveniet singulorum perpendiculorum in planum Secans cadentium mensura: quibus singillatim addenda est quantitas ipsius D E, hoc est dimidia altitudo summa, ut habeatur singulorum altitudo suprâ planum horizontale Tangens. Ponatur summa circuli elevatio à positione horizontali, palmi unius: igitur D E est semipalmus, qui intelligatur distinctus in particulas 100.000, adeoque totus palmus in part. 200.000. Ideò in superiori Quadrante singulis perpendicularis addito semipalmo perpendiculorum altitudo ea est, quam adjecta tabella exhibet.

Perpendicula.			
Superioris Quadr.		Inferioris Quadr.	
Gr.		Gr.	
90	200000	90	0
81	198769	81	1231
72	195106	72	4894
63	189101	63	10199
54	180902	54	19098
45	170711	45	29289
36	158778	36	41222
27	145399	27	54601
18	130902	18	69098
9	115643	9	84357
0	100000	0	100000

Pro inferiori autem Quadrante ponendo gr. 90. in puncto contactus circuli cum plano Tangente, lineæ perpendiculares ad P P p p

planum Secans auferendæ sunt à semisse datæ elevationis, hoc est ex semipalmo part. 100000, & residuum est distantia perpendicularis à subiecto plano Tangente singulis partium punctis respondens; quemadmodum adjectæ tabellæ pars altera ostendit.

His fundamentis positis innititur species hæc cunei petita ex circulo inclinato, qui eandem servans inclinationem circa suum centrum convertitur. Sit enim circulus B F E D, cujus centrum C, ad horizontem, sive ad planum Verticale inclinatus, & sit in D pondus impellendum. Potentia in B existens, circulumque retinens in eadem inclinatione, si illum circa suum centrum C circumagat, paulatim pondus impellit, prout illud tangitur modò à puncto E, modò à puncto F, donec demum à puncto B infimo ad extremum motus terminum deducatur. Quare potentia motus definitur à semicirculi peripheriâ B F E D, motus verò ponderis à rectâ D H.



Ut autem circulus in conversione eandem semper inclinationem servet, frustum ligni G obliquè in parte superiori sectum, inferiùs affigatur circulo (aut contrà in parte inferiori sectum superiùs affigatur, prout commodius acciderit) atque in ligno foramen fiat respondens circuli centro C, per quod foramen transeat polus, cui centrum insistit. Cum enim foramen illud perpendiculare maneat ad horizontem, circulus eandem retinet in conversione inclinationem.

Verùm quia priùs statuendum est spatium D H, per quod ponderi commeandum est, quàm circuli amplitudo definiatur, non solum ut Potentiæ motus ad ponderis motum Rationem habeat maiorem pro circuli semiperipheriæ longitudine, sed etiam ut quàm minimum fieri possit, inclinatio ipsa recedat à parallelismo cum plano, ad quod inclinari dicitur, sive illud horizontale sit, sive Verticale, quò enim minùs directioni motus potentiæ opponitur pondus, eò minùs resistit: Propterea data linea D H statuatur ut Sinus anguli inclinationis, & Radio respondebit diameter circuli opportuni. Sic si recta D H sit linea palmaris, & angulus inclinationis ponatur gr. 10: fiat ut gr.

gr. 10 Sinus 17365 ad Radium 100000, ita 1 palmus ad palmos 5 $\frac{76}{100}$ ferè, quæ esset diameter circuli eam inclinationem habentis; atque adeò motus potentia cum circulo in gyrum acta esset ad motum ponderis saltem noncuplus. Ex quibus factis apertum est ampliorem circulum præ minore utiliorem esse, cæteris paribus.

At circulum ipsum convolvere aut non placet, aut non licet, quia fortasse pondus illius peripheriaæ adnexum est, atque idcirco non nisi in gyrum pariter cum circulo ageretur. Idem planè assequemur, si circulum horizonti, aut plano Verticali, constitutum parallelum potentia urgeat in B; tùm puncto D applicetur pondus; deinde potentia pergens in F & E percurrat circuli ambitum illum deprimendo & inclinando; quandoquidem utroque modo mutatur distantia ponderis ab infimo puncto circuli. Ponatur enim punctum F æquè distans à puncto B, atque punctum E distat à puncto D. Si potentia manens applicata eidem puncto B convertat circulum ita, ut ipsa potentia distet à pondere arcu BE, pondus non adnexum circulo impellitur pro Ratione, quam arcus ille exigit: at verò si manente pondere applicato ad punctum D, cui adnectitur, potentia pergat ex B in F, similiter distat à pondere arcu FD, qui est æqualis arcui BE; atque proinde æqualiter deprimatur, prout idem arcus exigit, juxta superius explicata, & in tabellâ exposita; atque ita deinceps, donec potentia veniat in D: singulas autem impulsiones metitur differentia perpendicularium.

Hic igitur ubi pondus circulo adnexum ponitur, manifesta est motus reciprocatio: potentia siquidem ubi per F & E venerit in circuli punctum D, & impulerit pondus usque in H, percurrento reliquum semicirculum DIB iterum retrahit pondus ex H in D. At quando pondus non connectitur cum circulo, & circulus ipse convertitur, tunc opus est aliquo artificio, ut pondus ex H remeet in D, quemadmodum indicatum est capite superiori.

Porro circulus iste non convolutus, sed à potentiâ ejus ambitum percurrente secundum alias atque alias partes inclinatus, non est à Ratione Cunei excludendus; quandoquidem parùm interest utrùm simili motu potentia atque organum moveantur, an verò dissimili motu. Quando potentia in eodem puncto B

semper applicata in gyrum pergit, simili motu cum circulo in gyrum acto movetur: quando verò potentia quidem circulariter movetur, sed non secum rapit circulum, quem solummodò inclinât, est quidem diversus potentiae motus à motu organi, sed ponderis motus idem planè efficitur in utroque casu, & æqualis est potentiae ipsius motus determinatus à Rationibus Cunei, quamvis hic non promoveatur, sed solum impellatur.

CAPUT VI.

Unde oriatur vis Percussionis.

Cunei vires, quatenus ex ejus formâ proveniunt, hætenus consideravimus; nunc ad id, quod potissimum in hac tractatione videtur, transcendendum est; videlicet ad percussionem; qua dum adigitur Cuneus, multo facilius consequitur motus (sive scissio sit, sive simplex impulsio, citrà corporis divisionem) quàm si onere imposito prægravaretur, aut Vecte seu aliâ qualibet Facultate augerentur Potentiæ momenta. Certè Aristoteles Mechan. quæst. 19. quærit, *Cur si quis super lignum magnam imponat securim, desuperque illi magnum adjiciat pondus, ligni quippiam, quod curandum sit, non dividit: Si verò securim extollens percutiat, illud scindit; cum alioquin multo minus habeat ponderis id, quod percutit, quàm id quod superjacet, & premit?* Id quod in cæteris quoquè percussionebus, ubi nulla intervenit Cunei Ratio, manifestum est; quemadmodum in simplici compressione, ut cum lamella aurea in subtilissimam bracteolam diducitur repetitâ mallei percussione; quod enim, licet immensum, pondus vi suæ gravitatis tantundem præstare posset? Percussionis igitur natura investiganda est, ut ejus vires in Cuneo innotescant.

Certum autem esse debet, & extra omnem controversiam positum nihil esse in hac rerum universitate, quod vacet corpore, sed corporibus omnem obsideri locum, nullumque esse inane, in quod se recipere valeant, ac propterea corpora omnia

nia

nia ita sibi vicissim suâ mole obistere, ut nullum moveri valeat, quin alterius in locum succedat; quod proinde loco pelli necesse est, quantum satis fuerit, ut subeunti corpori spatium concedat; sive id contingat, quia obistens corpus inter angustias deprehensum se comprimî patiatur, sive quia divisum in latera secedat, sive quia circumfusa corpora circumpellat, quæ abeuntis vestigia sequantur. Cum itaque nec omnia planè corpora perpetuò quiescant, nec omnia æquali prorsus agitatione commoveantur, fieri non potest, quin aliquibus vis aliqua saltem aliquando inferatur, seu quia non licet diu juxta naturæ institutum quietâ consistere, seu quia externo pulsû ad velociorem motum incitantur. Quare nullius corporis ex loco in locum migratio excoitari potest, cui nullum aliud corpus adversetur & repugnet, vel ut suo se tutetur in loco juxta præscriptum à natura ordinem, vel ut partium nexum, & naturalem earum positionem seruet citrà divisionem, aut compressionem, aut distractionem. Ex quo & illud consequens est, quod nullum reipsa (quicquid animo finxeris) quiescit corpus ad omnem omninò motum adeò indifferens, ut nihil prorsus re-
tundat impetûs ab alio corpore commoto sponte concepti, aut extrinsecus impressi: nullum quippe est, quod neque quicquam habeat proni, neque sursum subvolare contendat, si disparis secundum speciem gravitatis corpori permeabili proximum consistat, ubi fortè ordinem perturbari contigerit: ac propterea ad motum indifferens censendum non est, nisi ut exquisitam circuli peripheriam circa centrum gravium pereurrat externâ vi impellente: id quod animo fingere facile est, opere exequi, ut mitissimè loquar, difficillimum; certè semper incertum.

Hoc verò discrimen est inter corpora (quantum quidem ad præsentem disputationem attinet) quod aliqua ita liberè fluunt, ut nusquam adhærescere videantur, quemadmodum aër, & extenuatus vapor: Alia liquida & fusa manant, atque labuntur, ut aqua cæterique humores, per quos transire & permeare licet, dirempti enim iterum coeunt. Alia partibus constant, quæ junctione aliquâ tenentur, & sub certâ quidem conformatione, atque figurâ consistunt; quandiu nullo impellente urgentur; quia tamen facilè comprimî queunt, in aliam figuram transferuntur; cujusmodi sunt lutum, cera, & reliqua mollia ac tene-

ra, quæ aut ita tractabilia sunt, ut quæcumque in formam fingantur, aut ita flexibilia, ut sequantur quocumque torqueas: Alia demum solida & dura sunt, quæ figuræ terminos, quibus circumscribuntur, non facile mutant, & si fortè se aliquatenus comprimi patiantur, pristinam formam sibi reparant. Ex hisce quatuor corporum generibus priora rationem medijs subire possunt, in quo reliquorum corporum motus exerceantur, ut ex alio in alium locum commigrent; posteriora, si unum in aliud incurrat, aut si sibi invicem occurrant, ea sunt, per quæ transitus non pateat, sed aliorum corporum motui tantisper mole suâ unumquodque oblectatur, dum pulsu externo removeatur.

Porro Impulsionem à Percussione distinguere opus est, nisi vocabulis abuti velimus; quamvis enim utraque objecti corporis resistantiam inveniat, nemo tamen dixerit idem esse, apprehensum manu Vectem impellendo, atque illum percutiendo deprimere, innatans aquæ lignum conto propellere, atque inflicto ictu illud à ripâ longius abstrahere, etiamsi æquè & Vectis deprimatur, & lignum promoveatur. Simplex nimirum Impulsio nullum per se antecedentem corporis impellentis motum exigit: at Percussio ob idipsum, quia Percussio est, corporis percutientis motum requirit, qui ipsorum corporum collisionem præcedat. Quare in Percussione intervenit instituti jam & inchoati motus interruptio ex novâ objecti corporis resistantiâ. Hinc Aristoteles lib. 4. Meteor. summa 3. cap. 2. ait; *Est autem Pulsio, motus à movente; qui fit à tactu; Percussio autem, cum à latione.*

Hæc omnia conjunctim Percussio postulat: Primò inchoatum esse jam & institutum motum oportet: quamvis etenim impulsio omnis vincat corporis urgendi aut scindendi resistantiam etiam primo motus momento; quia tamen præcedens corporis impellentis motus, quo antè accessit ad corporis impulsu contactum, quàm illud urgere incipiat, omnino præter Impulsiois naturam accidit (hæc si quidem eadem sequetur, etiam si priùs in mutuo contactu diutissimè quiescant) propterea non satis est resistantiam invenire, sed hanc instituto jam motui intervenire necesse est, ut sit Percussio. Deinde, licet præcesserit motus, atque adhuc continuatus novam inveniat resistantiam,

tiam, quia alias medij ejusdem scindendi partes offendit; si tamen æquabilis perseveret pristinam velocitatem aut tarditatem nulla ex parte imminutam continenter servans, non est censenda nova resistentia; sed quemadmodum continuus est idem motus aliis atque aliis partibus sibi succedentibus, ita continuatur eadem resistentia, nec posteriores medij partes percuti dicuntur, sed, ut prius, præcisè impelli, aut scindi: quia videlicet præcedens motus nihil confert ad novam hanc impulsio- nem prioribus omnino similem. Quod si corpus in motu ob id ipsum quia movetur, majorem atque majorem adhiberet cele- ritate, adeò ut in medio, hoc est aëre ipso, resistentiæ mo- dus augeretur, facilè acquiescam contententi aërem verberari & percuti: sed quia nimis facilem se præbet aër ad hoc, ut scindatur, non de hujusmodi percussione medij, in quo fit mo- tus, mihi hic est sermo, sed potius de percussione corporis, ad quod per medium accedit corpus percutiens. Hinc aquam per- cuti non negaverim, quando ensis bonitatem examinatur, utrum scilicet ritè & æquabiliter in chalybem temperatum sit ferrum, horizontalem aquæ stagnantis superficiem plano gla- dio vehementer percutimus; per aërem scilicet, tanquam per medium antecedentis motus, ad aquam devenit gladius; quic- quid sit, quod & ipsa aqua ad ulteriorem motum, quo ensis profundius immergatur, medij rationem habere possit. Simi- liter aërem ipsum percuti à corpore, quod ex aquâ emergit, haud ægrè concesserim, si id quidem ex vi præcedentis motus contingat: esto, minùs obstat aër, quàm aqua, obstitit tamen, si à quiete dimoveatur, aut velociùs moveri cogatur, quàm mo- veretur, si hujusmodi nova impulsio vi præcedentis motus non accederet: Neque aër, cum primùm emergens corpus in eum incurrit, habet rationem medij, sed perinde se habet primo il- lo momento, atque si tabella suspensa horizonti parallela fa- ciem aquæ proximè contingeret, & in eam ex aquâ emergens corpus incurreret; quanquam ab hac majorem, quàm ab aëre, resistentiam subiret, atque adeò validiorem huic ictum infli- geret.

Sed quid vocabula in quæstionem frustra vocamus? De his loquere, ut libet: per me sanè licebit, quando corpus ab uno fluido, per quod inchoatus est motus, ad aliud fluidum transit
(five

(sive hoc magis, sive minus crassum atque concretionem fuerit) hujus posterioris fluidi primum contactum cum impulsione Percussionem æque appellare, atque si non fluidum esset, sed durum; validius scilicet impetitur vi antecedentis motus, quam si corpus incurrens tunc primum à quiete recederet. Hic solidorum atque consistentium corporum percussiones persequimur, quarum vim inquirimus, & modum recipiunt à resistantiâ corporis percussi, quæ quò major est, validior quoque cæteris partibus efficitur percussio. Sic si quis velit alteri alapam infligere, nullus erit ictus, si æque velociter ad eandem partes moveantur tum percutientis manus, tum is, cui destinata est alapa; quia nulla est resistantia motum manus impediens, aut retardans: erit verò ictus genere ipso validissimus, si sibi occurrant, & quò majore impetu atque velocitate occurrent, eò validior; quia nullum est majus resistantiæ genus, quam si duo oppositi motus se invicem retundant. Quod si demum percutientis manus moveatur velocius, quam is, qui percutitur, quamvis ad eandem partes moveantur, ictus infligetur validus pro Ratione excessus velocitatis, cui motus tardior resistit, quatenus corpus tardum tandem à velociore deprehenditur; atque urgetur: ante ictum verò si corpus percussum quiescat, quò velocior erit percutientis motus, validior quoque erit ictus; ad eandem enim resistantiam major motus habet majorem Rationem, quam minor.

Vim igitur percussione ex antecedenti motu originem ducere manifestum videtur; non quidem quâ motus est ex loco in locum transitus, hic enim ante corporum contactum ictum nullum infligere potest, in ictu autem ipso motus omnis præcedens evanuit, nec jam extinctus quicquam efficere potest, etiamsi motui præsentis vis aliqua efficiendi tribueretur. Sed quia cum motu illo antecedente acquisitus est impetus, qui adhuc durans ipso percussione momento longè plus habet virium, quam si tunc omnino inciperet motus cum impulsione; augetur siquidem in motu impetus ab eadem causa movente productus singulis momentis, semper enim ad agendum causa necessaria applicata est, atque, si maneat, utilitate non caret impetus, quem subsequi potest motus. Quid nimirum causæ est, quare ligneus globus leniter aquæ impositus innataret, si verò

verò ex editâ turri in subjectam fossâ dimittatur, aquam altius penetrat : nisi quia impetum in motu globus acquisivit, quo perseverante terminos suæ gravitati à Naturâ præscriptos transilit, eoque demum languescente, aut illum aqua sursum extrudet, aut vi suæ levitatis sponte ascendet. Sic citrà notabilem doloris sensum sustinemus capiti impositum lapidem fortè bipedalem, at non item scrupuli duorum digitorum ex altitudine centum cubitorum decidentis ictum ferre possumus citrà incommodum non sanè leve : id quod ex acquisito impetu contingere palàm est, nulla quippe alia præter impetum in promptu est causa, cui vis hæc efficiendi commodè, atque probabilì conjecturâ, tribuenda sit.

Hunc impetum in motu acquisitum *Gravitatis* nomine indigere placuit Aristoteli, cùm propositæ quæstioni 19. satisfacere contendens ait, *An quia omnia cum motu sunt, & grave ipsum gravitatis magis assumit motum, dum movetur, quàm dum quiescit? Incumbens igitur connatam gravi motionem non movetur; motum verò & secundum hanc movetur, & secundum eam, quæ est percutientis.* Neque enim adeò in rebus Physicis Aristotelem, ejusque peritiores asseclas cæcutiisse dixerim, ut gravitatem corpori insitam, quæ prima radix atque origo est, cui motus debeatur, in ipso motu revera augeri existimaverint (quamvis nullâ factâ naturæ, saltem constipatis partibus, mutatione) haud secus, ac calori calor addatur. Sed idcirco plus gravitatis assumi dicitur à corpore gravi dum movetur, quàm dum quiescit, quia in motu vi ac potestate se movendi æquiparat corpora graviora, atque adeò plus habet gravitatis non Formaliter, sed Virtualiter & Æquivalenter, ut ipsorum Peripateticorum vocabulis utar. Caterùm *gravitatis* nomine non ipsum pondus intelligi ab Aristotele suadet ipsa loquendi formula, qua gravitatem assumptam dum movetur, confert cum gravitate assumptâ dum quiescit, ut hæc illâ minor censeatur : videtur enim Aristoteles in corpore gravi ad motum pronò agnoscere assumptum impetum, quo fieret connata ipsi corpori gravi motio, nisi impediretur, dum quiescit, & præter hunc impetum, alium in motu acquisitum, adeò ut demum utroque impetu moveatur, ac proinde dicatur in motu plus assumere gravitatis.

Quòd si hæc philosophandi ratio placeat, qua corpori gravi

QQqq

idcirco saltem ad speciem quiescenti, quod remove non valeat ea, quæ obstant, & motum, qui sub sensum cadat, impediunt, conceditur impetus Innatus, qui sit ipsa actualis gravitatio insitæ gravitati addita, reipsa connitens aut adversus subiectum corpus, aut contra vim suspendentem: Cùm gravitas in motu alium atque alium adhibeat novum conatum ad descendendum, perinde videtur contingere, ac si toties multiplicata fuisset eadem gravitas, quoties multiplicatus fuit conatus priori illi æqualis. Hac autem ratione non ineptè dixit Aristoteles grave ipsum assumere plus gravitatis in motu, quia sublato motûs impedimento & impetus Innatus suas omnes vires exerit, & augetur Acquisito: ac propterea minor gravitas sic æquivalenter multiplicata longè plus efficit, quàm si major gravitas incumberet, ejus impetus Innatus impediretur, ne motum efficeret ullum neque compressionis corporis subiecti, neque distentionis corporis suspendentis. Quando autem nullus omnino motus, sive qui sub sensum cadat, sive qui aciem omnem fugiat, tribuitur corpori gravi, nullus quoque superadditus Impetus ipsi connatæ gravitati respondens concedendus est; neque enim deorsum reipsa connititur; quamvis in se habeat principium & originem gravitandi, si impedimentum saltem ex parte removeatur.

Cùm itaque omne id, quod percussione ictum consequitur, ab impetu oriatur, neque impetum gravitas, aut ulla movendi facultas, concipere valeat, quin aliquo saltem motu ipsa moveatur; nil mirum, si ingens moles prohibita, ne prorsus moveatur, nullam labem inferat subiecto lapidi, quem minor gravitas cadens, atque percutiens in frustra comminuit: minor scilicet gravitas liberè descendens multum concipit impetum, quem lapidi percusso communicans cogit eum in frustra dissilire, si vis impetûs superet partium nexum, aut saltem eum concutit. Nullum autem effectum impetûs ab ingenti mole prorsus quiescente expectare possumus, quippe quæ nullum imprimere potest impetum subiecto corpori.

Hinc mirari cessent, qui plumbeum globulum primo mallei ictu certam compressionem pati observant, secundo verò ictu priori omninò æquali adhuc magis comprimi, quamvis minore compressione, quia particula jam per vim constipata validius
rejiciunt

rejiciunt majorem violentiam. At si globulum similem subjiciant ponderi, quod illum æquè comprimat, ac prior ictus mallei, addito adhuc æquali pondere non sequitur compressio globuli tanta, quæ respondeat secundo ictui mallei: ex quo satis constat duplicis percussione vires non æquari à duplici gravitate. Si enim animum attentè advertant, videbunt mallei motus tam in primâ quàm in secunda percussione planè æquales esse, tum ratione velocitatis, tum ratione spatij, ac proinde æquali impetu malleum percutere: At factâ jam primâ subjecti globuli compressione, in qua gravitas incumbens motum habuit illi compressioni respondentem, manifestum est, propter majorem globuli jam compressi resistantiam, non posse secundam gravitatem priori æqualem additam æquali motu, nec æquali velocitate moveri, atque propterea neque posse æqualem impetum concipere, quo possit effectum secundo mallei ictui similem producere. Adde quod secundum pondus additum priori, atque illi impositum, suum habet gravitatis centrum, & commune totius ponderis globulo incumbentis centrum gravitatis transfertur in aliud molis compositæ punctum; ideoque linea directionis non similiter incurrit in subjectum globulum, adversum quem similes exhibeat vires. Neque mihi facile persuadebis tam accuratè secundum pondus adjectum priori, ut posterius gravitatis centrum in eadem sit lineâ directionis, nec ab illâ quicquam deflectat. Quare vel posterior hæc gravitas addita priori, jam quiescenti, ubi facta est vis comprimendi par virtuti resistendi, omni prorsus motu caret, & nihil impetûs potest concipere, aut imprimere; vel solum tenuissimum, & qui vix post multum tempus conspicuus fiat, motum habet, & non nisi levem impetum imprimit, quo subjectus globulus demum aliquantulo compressior appareat: ideo, ut compressio similis illi, quæ fit à secundo mallei ictu, habeatur, necesse est gravitatem additam esse adhuc majorem, ut gravitas tota composita impetum efficere valeat, quem consequatur motus æqualis secundæ illi compressioni à malleo factæ.

Cur itaque securis ligno incumbens, quamvis ingenti prægravata pondere, vix levem fissionem inferat subjecto ligno, quod tamen altius penetratur ab eadem securi cadente & percutiente, in promptu causâ est: quia videlicet compressio, quæ

& impulsio est, cum motu quidem fit, sed ipso statim initio & in progressu adest resistantia, ne producatu totus impetus, quem vis motiva posset efficere, & motus non est, nisi quantum impellitur objectum corpus; ideoque securis vi ponderis incumbens non valet in huiusmodi motu alium impetum concipere præter illum, quem fert præsens motus, qui valde exiguus est: At percussio ea est, ut cum primum securis cadens applicatur ligno, jam multum habeat concepti imprus in aëre libero, & nihil adhuc resistente ligno, ac propterea possit velocius moveri comprimendo & dividendo subiectum lignum. Ex quo fit onus securi impositum tantæ gravitatis esse oportere, ut quæ Ratio est spatij à securi cadente decursi ad spatium, quo illa penetrat lignum, ea saltem sit Ratio gravitatis conflata ex securi & addito pondere ad gravitatē simplicis securis, ut fieret æqualis scissio ab eadem securi: ut videlicet tantumdem impetûs concipiatur à magnâ gravitate in exiguo motu præsentē resistantiâ, quantum impetûs concipitur à securi in antecedente motu longiore absque resistantiâ ullâ, præterquam mediâ.

Similiter nullum adhiberi posse pondus, quo aureæ lamellæ imposito hæc diduci possit in subtilissimam bracteolam, quemadmodum vi mallei percutientis, ex iisdem principiis constat. Attende enim, quanto motu moveri possit illud pondus comprimens; utique non nisi quantum est altitudinis discrimen inter lamellam & bracteolam: at tantillum spatium, in quo exercendus esset motus, quam Rationem habet ad toties multiplicatum spatium, in quo iteratis sæpius ictibus liberè movetur malleus? Cum itaque minimus motus, aut etiam fortasse nullus, post tenuissimam auri compressionem ingenti illi oneri conveniat, nil mirum si exiguo impetu ferè nihil efficiat, cum tamen malleus novo semper impetu singulis ictibus concepto aliquam, licet semper minorem atque minorem, compressionem efficiat.

Ut autem res hæc plenius innotescat, observa impulsione, qua corpus urgetur, opponi tractioni, & compressionem partium distractioni, atque sicut corporis, quod urgetur, particula aliquando comprimuntur, ita corporis, quod trahitur, particulas aliquando distrahi, aut divelli, neque dissimilem esse resistantiam corporum vi suæ gravitatis, ne impellantur, aut
ratione

ratione positionis partium, ne comprimantur, ac ne trahantur, aut particularum nexus dissolvatur. Quapropter ubi primum incipit impulsio aut tractio, sive compressio aut distractio, incipit etiam resistentia, quæ eò major evadit, quò majorem violentiam subit corpus. Hinc est potentiam impellentem aut trahentem semper minore impetu ferri, quàm si liberè moveretur, dum nulla adesset resistentia. Sic si quis funiculum, quem retinet clavus parieti infixus, arripiat, atque jam extentum trahat, illum quidem multo nisu intendit, sed nec illum disrumpere valet, nec clavum revellere: sed si eodem conatu funiculum languidum nec dum extentum trahat, celeriter movetur manus, antequam funiculus extendatur, & facilè aut hic abrumpitur, aut ille revellitur. Quia nimirum extenti jam funiculi resistentia, ne intendatur, impedit, ne potentia pro Ratione sui conatûs moveatur, multo impetu absumpto in vincendâ illâ resistentia; neque movetur potentia nisi cunctabunda, & per brevissimum spatium, quantum vi intensiois funiculus magis extenditur: At ubi languidus est funiculus, potentia absque ullo retinente per aliquantum spatij liberè movetur, & totum impetum suo conatui respondentem in efficiendo celeri motu impendit, quem jam notabiliter auctum invenit funiculus, cum primum est extentus, & adhuc magis augetur perseverante eodem conatu. Quare cum multò major sit impetus, satis esse potest non solum ad intendendum funiculum, verum etiam ad illum disrumpendum, aut, si, hujus particulæ validiore nexu jungantur, ad revellendum clavum.

Ex his habes, quid respondeas doctissimis viris vim percussiois Investigantibus. Ut apparet, quantâ vi plumbeus globulus unciarum duarum ex cubitali altitudine cadens percuteret subjectum corpus, existimârunt satis innotescere, si globulus ille funiculo cubitali adnecteretur chordæ arcûs medio loco inter extremitates. Tum sublatus globulus usque ad chordam ipsam, dimissus est, atque observatum est punctum, ad quod adducta est chorda: proclive enim erat arguere, globulum tantâ vi percussurum subjectum corpus, quantâ vi inflectebat balistæ arcum. Quare tentando varia pondera addiderunt chordæ arcûs, donec demum pondus decem librarum chordam ad idem punctum adduxit, ad quod adducta fuerat à globo ca-

dente, atque in eodem flexionis statu chordam & arcum detinuit. Arguebant igitur percussione globi plumbei duarum unciarum ex cubitali altitudine cadentis æquiparari pressioni decem librarum. Ulteriùs autem progrediendo, adhibita est ballista alia validior, cujus arcus ob duriores ferri temperationem minùs erat flexibilis: quapropter cum ejusdem potentiae eadem sit vis, ejusdem globuli ex eadem altitudine similiter cadentis non nisi eadem esse poterant vires ad vincendam æqualem resistantiam: atque adeò durioris arcùs minor flexio æquè resistens, ac major flexio arcùs mollioris, brevior termino definivit descensum globuli plumbei, & ad propius punctum adducta est chorda. Verùm, ut in eodem flexionis statu fortior hic arcus retineretur, non satis fuit decem libras appendere, sed viginti librarum pondere opus fuit. Hinc inferebant eandem ejusdem globuli duarum unciarum percussione æquare non solum vires librarum decem, sed & viginti: atque usque eò argumentationem deducebant, ut assumpto robustiore aliquo arcu concluderent, ne pondus quidem librarum mille satis esse ad arcum illum in eà positione retinendum, ad quam fuisset adductus à globo duarum unciarum cadente: id quod vim quandam percussione infinitam indicare videbatur.

Verùm quamvis hos ingeniosorum hominùm conatus non modò non improbem, sed multà commendatione dignos existimem, liceat tamen mihi argumentationis infirmitatem exponere; tam enim non est vis percussione duarum unciarum infinita, quàm infinita non est vis pressione decem librarum. Quando enim vi ponderis adnexi flectitur arcus, utique pondus descendit, & suà gravitate superat rigidi chalybis vires, donec demum æqualitas quædam intercedat inter vim arcùs elasticam, & gravitatis conatum ad descendendum; tunc scilicet fit consistentia. Prout igitur robustiores sunt arcus, minùs permittunt descendere pondus chordæ appensum, si omnia sint paria: Nam si brevior sit arcus molliis & languidus, longior verò arcus durioris temperationis, fieri potest, ut idem pondus æqualiter adducat longiorem chordam atque brevior, simili planè ratione ac de ponderibus fune suspensis præponderantibus atque æquilibribus dictum est lib. 3. cap. 12: ideò ponendi sunt arcus ita similes & æquales, ut solà ferri temperatione discrepent.

crepent. Si igitur validioris arcus repugnantia, ut flectatur ad duos digitos, tanta est, quanta repugnantia mollioris arcus, ut flectatur ad sex digitos, patet non esse eundem impetum decem librarum descendantium solum per duos priores digitos, atque per sex: ac proinde cum decem libræ applicatæ arcui validiori solum possunt per duos digitos (& quidem lentius propter maiorem resistantiam) moveri, minus possent, quam per impetum conceptum in motu sex digitorum; & propterea neque possent illius robustioris arcus chordam adducere ad duos digitos; sed neque adductam ab aliâ potentiâ possent retinere in eo statu ac positione: quia etiam si vis elastica arcus robustioris inflexi ad duos digitos par esset virtuti elasticæ arcus imbecillioris inflexi ad sex digitos, cui reluctantur decem libræ; hæc minus repugnant, ne ad duos digitos, quam ne ad sex attollantur; igitur decem libræ minus resistunt virtuti elasticæ arcus fortioris, adeoque nec possunt in eo flexionis statu retinere arcum fortiorem & chordam: si enim pares sunt vires elasticæ arcus inflexi ad duos digitos, & arcus inflexi ad sex digitos, pari impetu se restituant, ut parem violentiam excutiant; at pondus par utrique chordæ adnexum non pari velocitate movetur, si ad duos ac si ad sex digitos attollatur; igitur minus resistunt decem libræ motui duorum, quam motui sex digitorum.

Porrò vis globi cadentis non est comparanda cum pondere quatenus retinente chordam in eadem flexione, sed quatenus illam adducente & flectente, ut motus cum motu, non verò motus cum quiete comparetur. In eo autem motu ponderis adducentis chordam, & arcum inflectentis, quò major est resistantia, eò minor est impetus & velocitas, qua pondus illud movetur: igitur idem pondus non parem vim habere potest, ubi dispari impetu & velocitate movetur. At globus cadens antequam incipiat trahere chordam, nullum prorsus habet impedimentum, sed sive fortior, sive mollior sit arcus, eodem impetu & velocitate movetur; ubi verò resistantiam invenit, solum descendit ulterius pro ratione repugnantiae; & facta demum æqualitate inter vim descendendi à globulo acquisitam, & vim elasticam in arcu, cessat descensus, atque extincto impetu acquisito, vi elasticâ vincente globuli gravitatem, hic sursum

sum trahitur. Cum itaque quicquid vi extrinsecus assumptâ movetur, moveatur juxta excessum virtutis motivæ supra resistantiam; si æqualis resistantiæ mensura, quæ ex dissimilium arcuum majori aut minori flexione desumitur, eundem excessum virtutis motivæ exigat, ut vincatur, & hunc excessum habeat globulus cadens, nil mirum, si idem globulus cadens id præstare possit, quod superat vires alicujus ponderis, cujus vis movendi non eundem semper excessum habet supra illam resistantiam priori resistantiæ æqualem; quia videlicet non æquali impetûs intensione aggreditur motum, ubi ipso statim initio major invenitur difficultas, & tardior est motus. Non est igitur vis infinita globuli duarum unciarum nullo impedimento prohibiti, quin ad trahendam cujuscumque arcûs chordam semper afferat, exempli gratiâ, centum gradus impetûs in motu acquisitos, quando pondera majora & majora tractionem incipientia à quiete non parem habent impetûs excessum, sed minorem & minorem pro duriore arcûs temperatione. An infinitam dixeris equi virtutem, qui solus in liberâ planitie currum trahat, ad quem trahendum in eâdem planitie altioribus atque altioribus nivibus obstitâ requiruntur plures & plures equi: igitur nec infinita est vis decem librarum, qua flectitur arcus mollis, quia ad flectendos arcus fortiores majus & majus pondus requiritur: huic autem virtuti decem librarum æqualis est vis globuli cadentis; hæc igitur & ipsa finita est. Nimirum aucta resistantia quodammodo imminuit virtutem agendi; ac propterea non satis aptè comparantur decem libræ cum viginti libris perinde, atque si utræque essent omnino liberæ; sed unumquodque pondus componi debet cum suâ resistantiâ, ut demum habeatur excessus virtutis motivæ supra resistantiam.

At, inquis, arcus fortior retinetur à libris viginti, & inferior à libris decem. Ita planè est: sed hæc pondera propriè non habent rationem efficientis, sed potiùs resistantis, quatenus impediunt arcuum vim elasticam, ne se restituant: cum verò virtutes elasticæ ex genere suo propter disparem temperationem inæquales sint, nil mirum, si ab inæqualibus resistantiis impediendæ sint, ne agant. Hinc autem non est desumenda ulla comparatio cum virtute globuli cadentis, quippe qui acquisitum impetum amittens non habet vim retinendi arcum in

co

eo statu; ad quem illum adduxit: at ponderis adnexi gravitas manet, & ibi retinet arcum, quò eum adduxit; nisi fortè aliquem impetum acquisierit in descensu, quo pereunte, aliquantulum præpolleat vis elastica, & sursum retrahat appensum pondus. Licet igitur globulo cadenti æqualiter resistere dicantur arcus fortior qui minùs flectitur, & mollior qui magis flectitur; postquam tamen jam per vim inflexi sunt arcus, naturaliter partes minùs flexibiles validiùs conantur se restituere, quàm flexibiliore: quemadmodum gravitas ut quatuor, & gravitas ut duo, si moveantur per vim motu reciprochè subduplo, æqualiter resistunt moventi; sed si utraque suspendatur, inæqualiter conantur suos motus naturales.

CAPUT VII.

Quàm dispares ex motûs velocitate sint percussiones.

Percussionem ex ea parte, quatenus à simplici Impulsione distinguitur, motum exigere antecedentem, quo impetus acquiratur, superiori capite definitum est. Nunc verò, quia pro motuum velocitate diversâ dispares sunt percussio-
num vires, quærendum est, unde dissimilitudo ista procreetur, & quænam servari Ratio videatur, sive inæquales ejusdem corporis, sive diverforum corporum percussiones inter se comparentur. Est autem considerandum in Impetu, qui est proximè efficiens motum, aliud esse ejus quantitatem, sive entitatem accipere, aliud in ejusdem Intensione consistere: intensionem consequitur velocitas motûs, at ex entitate ipsâ magis extensâ, quamvis minùs intensâ, ac proinde ex motu tardiore, oriri potest validior ictus, de quo in sequentibus. Ex motûs autem velocitate, quæ corpori vi præcedentis motûs congrueret, si nihil obstarer, percussio-
nem fieri majorem tam certis experimentis constat, ut vel cæci, si quando præfidentes concitatiùs ambulando caput ad objectum parietem allidunt, id abundè testari valeant; corpus

R R r r

fiquidem, quod motui resistit, majori & velociori motui magis resistit, quare & percussio fit validior.

Ubi verò de motus velocitate sermo est, non videtur dissimulanda medij scindendi resistantia; hoc quippe tardiori motui minus, velociori magis obstat. Si enim ex lento & flexili virgulto abstractam virgam per aërem molli brachio huc, illuc, sursum, deorsum duxeris, hæc, aëre tenuissimam aut ferè nullam compressionem subeunte, vix, aut ne vix quidem, tantulum à directâ suarum partium positione deflectet: at si eam vehementius agitaveris, aëre tantam particularum compressionem renuente, manifestè inflexam videbis, & illatam sibi vim aër acuto sibilo prodet. Sic baculo aquam sensim ac leniter dividens non admodum repugnantem experiris; at velocius concitanti illa validè resistit, eoque validius, quò crassior fuerit baculus. Ex his liquidò conficitur de percussione philosophantem frustra medij resistantiam mente abstrahere: Nam si nulla est sine motu percussio, nullus motus nisi per medium, neque sine certa velocitatis aut tarditatis mensurâ, cui medium inæqualiter resistit; utique & motum à percussione ita mente pariter sejungere poteris, ut nihil prorsus de motu cogites, si nullam cum medio rationem habendam existimas: At motum, ejusque velocitatem attendendam esse in percussione nemo negat; igitur neque medij resistantiam, quæ velocitati modum aliquem statuit, omnino contemnere oportet.

Hinc duæ ferè ex diametro oppositæ sententiæ cavendæ sunt, quarum altera gravium inæqualium motum statuit ipsorum gravitatibus analogum, ut decuplò velocius moveatur illud, quod est decuplò gravius: altera æqualem omnibus velocitatem tribuit. Utramque manifesta experimenta falsitatis redarguunt, si ex congruâ altitudine instituantur: Si enim ex valde editâ turri inæqualia corpora, aut ejusdem, aut diversæ secundum speciem gravitatis dimittas, illud, quod gravius est, terram citius attingere observabis, sed tam brevi momentorum discrimine, ut nulla subesse possit suspicio servatæ velocitatum cum gravitatibus analogiæ, neque tamen de velocitatum inæqualitati dubitari queat. Meis scilicet auribus & oculis fidem abrogare nequeo, quicquid obtrudant aliqui in contrarium sua aut aliorum experimenta afferentes ex nimis brevi altitudine.

Nam

Nam & sæpius in profundissimum puteum inæquales lapides dimisi simul, & ictum sonitum alium alio priorem semper audiui; id quod satis est ad illam velocitatum omnimodam æqualitatem rejiciendam, quamvis uter prior aquam attigerit, certò dignoscere non valeret auris; quòd si alter in subjectam peluim æneam, alter in vas ligneum decidisset, potuisset auris judicare ex sonitu: Et ex altissimâ turri Bononiensi dimissa pondera inæqualia observavi initio quasi æqualiter descendere ita, ut oculus nullam velocitatum dissimilitudinem adhuc dignosceret; deinde procedente descensu paulatim gravitas major præcurrere notabiliter incipiebat, semperque magis augebatur velocitas, adeò ut aliquando gravitas major terram attigerit, quando minor adhuc aberat intervallo pedum quadraginta, quemadmodum ex notâ in turris latere dimetiri licuit. Verum quidem est brevissimâ temporis mensurâ & hanc minorem in terram decidisse. Id quod fortasse fucum fecit non animadvertentibus magnæ velocitati multum respondere spatij, quod quasi momento percurritur; ac propterea æqualitatem velocitatum utrique gravitati tribuendam censuerunt, quia exiguum erat temporum discrimen. An vellus, quantum pugno comprehenditur, æquè velociter ac prægrande saxum descensurum existimas? Figuræ dices tribuendum plurimum, non enim ab omnibus corporibus æquè facillè dividitur aër nunquam non fluctuans. Ita sane: igitur si aër inæqualiter resistit, inæqualiter moveri possunt corpora cadentia. Adde non dissimiliter gravia & levia ad suos motus à naturâ incitari; atque adeò si, ubi plus est levitatis, velociorem motum sursum observamus, etiam, ubi plus est gravitatis concitatiorem motum deorsum arguere debemus. Aquam in longiore fistulâ vitreâ aliquandiu agita, ut aër fistulæ inclusus aquæ admisceatur: ubi ab agitatione cessatum fuerit, majores aëris particulas citò ascendentes videbis, dum minores cuncta abundæ paulatim moventur: id quod clariùs constabit, si aquæ loco hydrargyrum in fistulam admiseris. Quidni igitur gravia pariter deorsum dispari velocitate moveantur, si inæqualia fuerint?

Non tamen servandam esse gravitatum analogiam hinc apertè constat, quod in corporibus ejusdem speciei Ratio gravitatum eadem est ac magnitudinum: magnitudines autem

R R r r 2

sunt in triplicatâ Ratione homologorum laterum : At impedimentum, quod ex medio scindendo oritur, & velocitati modum statuit, non est ipsis magnitudinibus analogum, sed ad summum ea esse potest Ratio, quæ inter corporum superficies intercedit; hæ autem tantum sunt in duplicatâ Ratione laterum homologorum. Non igitur velocitates, quatenus ab impedimento temperantur, sunt directè gravitatibus analogæ. Ubi autem corpora non ejusdem secundum speciem gravitatis, habuerint gravitates magnitudinibus reciproce analogas, atque adeo æquali gravitate absolutâ, seu pondere, prædita fuerint, adhuc inæquales esse aëris resistentias, si figuræ similes sint, satis probabiliter concedimus, plus siquidem majori repugnat, quàm minori: si verò & dissimiles figuræ, & inæquales gravitates ponantur, ex omnibus simul compositis quodammodo conflari resistentiarum Rationem facile est opinari; sed Rationis terminos temerè definire non ausim.

Porrò certam legem, qua in resistendo aër contineatur, omninò afferre non possumus, si quemadmodum ille resistat, perpendamus. Non eadem est aquæ & aëris resistendi Ratio, ne dividatur; aqua enim nondum in vaporem extenuata, & fusa, constipari se, & in angustiora spatia coarctari non sinit; sed ubi locum descendentem ex aëre corpori concedere cogitur, superficiem intrâ vas, quo continetur, attollens tantumdem aëri, quem impellit, surripit spatij, quantum immerso corpori permittit. Aut si non descendat corpus, sed obliquè feratur (ut si baculum partim aquæ immissum, partim extantem transversum agas, aut navis prora illam findat) tunc quæ motui opponitur, aqua crispatur, & baculus sive navis foveam ponè relinquit, in quam deinde aqua refluat; quò autem crassior baculus aut amplior prora, & vehementior atque concitator fuerit motus, aqua impulsâ altius assurgit, & magis depressa fovea apparet. Ex quo satis apertè constat à corpore, quod movetur, proximas aquæ oppositæ particulas impelli, & per has interjectas etiam reliquas in aëris locum protrudi.

At verò aër, quem facilè comprimi & dilatari tam multis experimentis novimus, dum locum corpori commoto concedit, neque opus est, ut supremi ætheris regionem invadat locum sibi quærens, neque in foveam excavatus vel ad momentum
hiat;

hiat; sed tantisper dum ejus particulæ circumpulsæ in abeuntis corporis relietum spatium succedant, quæ antè sunt, comprimuntur, quæ ponè, dilatantur; compressæ autem se explicantes aërem lateribus adhærentem repellunt, quem dilatatæ attrahunt se contrahentes. Si tardus sit motus, exigua aëris constipatione aut distractione opus est; at si velocior, oppositæ aëris particulæ magis comprimuntur, sequentes magis dilatantur; quæ proinde se restituere vehementius conantes, etiam velociorem efficiunt reliquarum particularum circumpulsionem. Verùm quia sapientissimo Naturæ instituto ita comparatum est, ut quàm minimum ejus ordo perturbetur, & minimam, quoad fieri possit, corpora singula patiantur violentiam, hanc pluribus potius dispertiendam censuit, quàm uni subeundam: propterea si digitale spatium multo aëri surripiendum est, exigua contingit singulis particulis naturalis spatij jactura, quam dissimulanter ferunt, nec admodum repugnant; contra verò si modicus sit aër, & tantumdem de ejus spatio demendum sit, reluctatur acrius, ut pro viribus naturæ jura tueatur. Hinc si corpus, quod movetur, brevi intervallo absit à corpore solido & duro, quod ejus motum obsistendo compescet, atque adeò etiam aërem impulsus remoratur, hunc inter angustias deprehensum magis constipari necesse est, magisque resistere. Non est tamen aëri denegandum, quod cæteris corporibus ultro concedimus; nam & ipse jam commotus ex conceptu per impulsione[m] externam, aut ex vi suâ elasticâ, impetu facilius pergit institutum iter conficere, quàm si tunc primùm à quiete recederet: Ex quo fit in motu corporis accelerato, licet ratione habitâ velocitatis augenda esset resistentia aëris, hanc tamen non augeri nisi pro excessu velocitatis illius supra motum, quo aër moveretur ad easdem partes, nisi acrius ab ipso corpore urgeretur.

Hanc aëris resistentiam paulò explicatius commemorare placuit eo consilio, ut mihi ipse persuadeam non modò ipsum nihil omnino non officere motui, verùm etiam tam fieri non posse, ut percussionibus certissimam legem statuamus, quàm evidens est adeò inconstantem & variam esse aëris resistentiam, ut ad calculos subtiliter & exquisitè revocari nequeat, quippe quæ ex tam variis causis pendet: quemadmodum enim

aquæ, cæterorumque liquorum dissimilium resistantia inæqualis conspicua est, ita purum ac tenuem aërem non æquè resistere atque crassum & concretum ratio suadet: quis autem syncerum aërem ab aëre cum terræ expirationibus permixto discernat? Quid si corpus in motu aërem aliò directum, aut in contrarias partes reflexum, aut turbine aliquo perversum atque adhuc agitatum offendat? an non aliquis velocitatis gradus imminuitur? Sed quis certum habeat, utrùm quiescat aër, neque corporis impetum frangat, aut reprimat alienâ impressione adversus, an verò ad easdem partes delatus motui obsecundet, & velocitati faveat? Quare laudandi quidem quicumque percussionum naturam vestigantes, & ea, quibus in ejus notitiam deduci possent, conjecturâ prospicientes, in instituendis experimentis sedulò se exercuerunt; parùm tamen mihi de veritate blandiri me posse arbitrarer, si hæc quasi Apodixes temerè reciperem; sed neque ore tam duro fuerim, ut ea prorsùs rejiciam. Confirmatis igitur experimentis me duci sinam, quatenus ad veritatis similitudinem me proximè accessurum spero.

Percussio itaque, si motum naturalem ex gravitate ortum subsequatur, certam aliquam Rationem ob idipsum fortiri videtur, quia cum velocitate consentit impetus: velocitas autem ex spatioprehenditur æqualibus temporibus respondente; spatia verò cum temporibus comparata certis Rationibus definita videri, iterata experimenta docuerunt, quæ vix quisquam sanus neget; in iis siquidem tot doctissimi viri post Galilæum versati sunt pari exitu, & summo consensu, ut in his omnibus insit quidam, sine ullo fuco veritatis color. Hujus rei specimen exhibeamus in globo argillaceo unciarum octo, qui spatio unius scrupuli secundi (quantus ferè est pulsus arteriæ hominis sani) observatus est percurrere pedes Romanos 15; duplo autem tempore incipiendo à quiete, hoc est scrupulis secundis duobus, pedes 60: quare si priori scrupulo secundo respondent pedes 15, posteriori tribuendi sunt pedes 45: igitur motus est celerior, cum majus spatium pari tempore confecerit. Plura hujusmodi experimenta (si te à tentando absterreat labor) suppedietabit Ricciolius tom. 1. Almag. lib. 9. sect. 4. cap. 16. ex quibus demum infertur velocitatis incrementa fieri juxta incrementum progressionis Arithmeticæ numerorum imparium ab unitate

te

te incipientis 1.3.5.7.9.11.13, &c. adeò ut, si quod spatium primo momento percurritur, statuatur ut 1, triplo velociùs moveatur corpus grave descendens in secundo momento, quintuplo velociùs in tertio, septuplo velociùs in quarto, atque ita deinceps. Quoniam verò numerorum imparium series ab unitate incipiens hoc habet, quòd, si colligantur in summam, numeros quadratos constituant; hinc est, quòd collectis in summam omnibus incrementis velocitatis (hoc est omnibus spatiis, ex his quippe dignoscitur velocitas) habeatur numerus quadratus temporis, quod duravit motus. Collatis igitur invicem duobus motibus naturalibus ejusdem corporis gravis, sed non isochronis, erunt ut quadrata temporum ita & spatia, atque è converso ut spatia inter se, ita & temporum quadrata.

Hinc cognito spatio, quod à dato corpore gravi percurritur dato tempore, statim innotescet, quantum spatij conficere valeat alio tempore dato, vel quanto tempore aliud datum spatium. Quærat enim, quantum spatium descendendo percurreret uno horæ quadrante globus idem argillaceus, qui uno minuto secundo Romanos pedes 15 percurrit? Datum tempus, scilicet horæ quadrans, scrupula Secunda 900 continet, cujus numeri quadratum est 810000. Fiat igitur ut 1 ad 810000, ita pedes 15 ad 12150000: qui pedum numerus in milliaria Italica resolutus dat milliaria 2430; quæ uno horæ quadrante conficeret. Vicissim quærat quantum temporis idem globus insumeret in primo milliari percurrente, hoc est ped. 5000. Fiat ut 15 ad 5000, ita 1 quadratum dati temporis, scilicet unius scrupuli secundi, ad 333 $\frac{1}{3}$ quadratum quæsi temporis; cujus quadrati Radix investiganda est, & demum invenitur Scrup. sec. 18 $\frac{1}{4}$ & paulo ampliùs; nam huic tempori præcisè respondent solum pedes 4995 $\frac{5}{16}$.

Incrementa hæc velocitatis ex concepti impetûs incremento desumenda esse nullus dubito; sed operosum videri posset augescantis impetûs causam exponere. Cum junior Aristotelem interpretarer, & primas curas hujusmodi rerum contemplationi impenderem, hanc excogitavi hypothesim; videlicet impetûs producti diuturnitatem maximam duobus tantum momentis circumscribebam, ita ut primo momento oriretur, secundo æqualem

æqualem sibi impetum gigneret, in quo superstes esset, tertio periret: gravitati autem singulis momentis vim producendi certum impetûs gradum sibi congruentem tribuebam. Hinc corpus descendens primo momento primum habebat impetûs gradum à gravitate productum; secundo momento primus ille gradus alium gradum gignebat præter eum, qui à gravitate tunc oriebatur; quare duo novi gradus cum uno antiquo tres gradus constituebant. Tertio momento primus gradus peribat, duo secundi gradus duos pariter producebant, & gravitas suum tertium gradum; quare quinque gradus erant. Quarto momento duobus secundis gradibus pereuntibus, tres gradus tertio momento producti reliqui erant, & sibi tres alios gradus addebant, quos producebant, atque gravitas suum quartum gradum efficiebat, ut in universum essent septem gradus. Ex his septem quinto momento peribant tres tertij gradus; quatuor reliqui item alios quatuor adjiciebant quinto gradui à gravitate proficiscenti, & erant novem. Atque ita deinceps, tot pereuntibus gradibus, quotum erat momentum uno interjecto præcedens, & tot productis, quotum erat ipsius motûs momentum. Sic momento vigesimo nono peribant gradus 27 producti momento vigesimo septimo, remanentibus gradibus 28 productis momento vigesimo octavo, à quibus totidem producebantur unâ cum gradu proprio gravitatis, hoc est gradus 29, & tunc erat impetûs intensio graduum 57 momento vigesimo nono. Quemlibet verò terminum in serie numerorum imparium facile invenies, si illi duplicato demas unitatem: sic quærens octavum terminum ex denominatore termini duplicato, scilicet bis 8, hoc est 16, deme unitatem, & 15 est octavus terminus: sic terminus septuagesimus habetur demptâ unitate ex 140, & est 139.

Huic hypothese cum Phenomeno optimè conveniebat, & ea statuebatur impetûs intensio, quæ velocitati efficiendæ par esset, servatâ incrementorum Ratione, quæ ex iteratis experimentis innotuerat. Verùm commentitia, & fabulæ proxima videbatur tam brevis impetûs vita, quam non nisi duo momenta metirentur: in iis sanè, quæ vi externâ moventur, & longius projiciuntur, aut in gyrum aguntur, licet extinctâ effectrice causâ impressus impetus diutius permanet; quidni & impetus sponte

sponte suâ conceptus, suâque origini cohærens aliquandiu perseveret? quippe qui aut ejusdem, aut saltem non deterioris naturæ censendus est. Adde nimis incertum esse, an impetus impetum producere valeat in eodem corpore, cui inest, quamvis impetum in alienis corporibus percussis efficiendi vis illi concedatur: nam & calor, & cæteræ qualitates effectrices, quas deperditas sibi forma substantialis reparare incipit, non alios similes gradus sibi addunt, licet eos in proximo corpore efficere valeant. Præterquam quod, cur illo ipso momento, quò primum existit impetus, similem gradum non producit? nihil scilicet illi deest, nullo impedimento prohibetur, neque causam ætate præcedere effectum, sed origine, necesse est. Si autem primo momento & oritur impetus, & impetum efficit, hic pariter suam vim primo eodem momento exerens alium impetum producit, & infinita graduum impetûs æqualium multitudo consurgit; cujus ne vestigium quidem apparere potest, cùm in causarum & effectuum serie semper ab infinitate natura discedat.

Quare impetum à gravitate descendente productum, ex tam expedito interitu vendicandum, & virtute se novo impetu augendi spoliandum, longè probabiliore conjecturâ censui. Impetum igitur certâ quadam mensurâ gravitati corporis congruente, statim ac in motum erumpere, potest, produci existimo, & quandiu motus perseverat, permanere; eadem enim gravitas, quæ primo momento illum effecit, reliquis consequentibus momentis conservare valet; finis, quò refertur, & cujus causâ productus est, adhuc obtineri potest, videlicet motus; liberè descendentem corpori nullum objicitur impedimentum; nihil adest, quod ipsius concepti impetûs interitum exigat: ergo impetum à gravibus descendentibus conceptum non perire in motu si dixerimus, similitudinem veri nos consecutos arbitror. Quoniam verò gravitas inter eas causas enumeratur, in quibus inest efficiendi necessitas, & quandiu opus est juxta naturâ propositum, quantum possunt, efficiunt; singulis momentis, quibus potest descendere, singulos impetûs gradus æquales prioribus adjicit, adeò ut, quot momenta motum metiuntur, tot gradus impetûs postremo momento intensionem constituent, cui motûs velocitas respondeat. Velocitatum igitur incrementa fiunt juxta naturalem numerorum progressionem 1. 2. 3. 4. 5. &c.

SSS

nam juxta hanc eandem seriem impetûs, velocitatis causa, augetur, singulis gradibus in singula momenta additis.

Ab omni tamen infinitatis suspitione recedendum est hic, ubi momentorum vocabulum usurpo, quasi infinita puncta temporis agnoscerem, & ad vim percussionis infinitam adstruendam, infinitis momentis singulis impetûs gradum tribuerem. Quemadmodum enim corpora punctis prorsus individuis non constare suadetur multiplici argumento præsertim ex Asymptotis lineis desumpto, ita motui atque tempori puncta omnibus omnino partibus earentia nunquam concedenda censui. Sed huic verbo, cum momentum dico, subjecta notio est, minima temporis particula Physica, quæ licet particulas alias adhuc minores contineat sibi ordine succedentes, ex quibus illa constituitur, tota tamen ad primi impetûs effectiorem ita requiritur, ut juxta naturæ leges nihil effici posset motûs, nisi integra illa temporis particula suppetere. Hujusmodi autem non individas particulas minimas certas atque æquales in tempore, aut motu, finito non esse nisi certo numero definitas manifestum est: Quapropter sicut momentorum, ita & graduum impetûs æqualium multitudo finita est.

Verum nemo temere hanc momentorum multitudinem ad calculos revocare instituat, res enim planè incerta est. Utique tardissimos reperiri & languidissimos motus aliquos novimus, qui diu latent, nec nisi post tempus benè conspicuum demum innotescunt: Ex quo deprehendimus in tempore aut motu, qui sensibus percipi possit, multas numerari hujusmodi momentorum myriadas: si enim in uno aliquo motu exiguo particula illius sibi ex ordine succedentes respondent motui longissimè majori (cujusmodi est cælorum motus) ex quo definitur tempus, & in hoc plurimæ partes notabiles, & sub Physicam mensuram cadentes numerantur, utique & in illo plurimæ particula omnem sensus aciem fugientes inveniuntur. Et quidem si cum illis Astronomis philosophemur, qui cælestium graduum minuta usque eò in sexagesimas partiuntur, ut demum in scrupulis Decimis consistant, cum Æquatoris gradus quindecim in Primo mobili uni horæ respondeant, satis constat, quantus sit hujusmodi scrupulorum Decimorum numerus, in quorum fluxum unica hora resolvatur: ac proinde in uno horæ minuto Secundo,

do, hoc est in pulsu arteriæ, continentur plusquam decies millies millena millia myriadum hujusmodi scrupulorum Decimorum, quæ momenta appellari possunt. Quapropter illud unicum generatim statuere possumus, in quolibet tempore Physicè notabili plurima esse momenta, quamvis eorum certum numerum explicare nequeamus: ideoque cum incrementa velocitatum mensuram desumant ex momentorum numero, qui semper unitatis additione augetur, intensio autem impetûs habeat graduum numerum parem numero momentorum; quàm difficile explicatus habet momentorum multitudo, tam obscura est impetûs intensio; si minutam subtilitatem persequamur. Sed si datum tempus in aliquot particulas nostro arbitratu distinguamus, quo plures fuerint hujusmodi particulae, eò propius accedemus ad id, quod experimentis deprehensum est; videlicet, etiam si spatia in motu decursa juxta seriem naturalem numerorum augeantur in motu, demum eorum collectiones incipiendo à quiete habere inter se duplicatam Rationem temporum inveniemus.

Comparatis igitur invicem motibus alicujus corporis gravis descendentis, cujus motus unus jam innotuerit, quantum scilicet spatij dato tempore confecerit, innotescet, quantus futurus sit alio tempore motus, si fiant ut quadrata datorum temporum, ita & spatia; vel quanto tempore percurrendum sit spatium definitum, si fiant ut Radices quadratæ datorum spatiorum, ita & tempora. Quia nimirum posita illa incrementa impetûs, & velocitatum, atque spatiorum juxta seriem naturalem numerorum ab unitate incipientem constituunt collectiones habentes inter se proximè Rationem duplicatam temporum. Habemus experimento globum argillaceum unciarum octo percurrere uno minuto Secundo horæ pedes 15, & duobus Secundis pedes 60, hoc est spatium quadruplum, & quia tempora sunt ut 1 ad 2, spatia sunt ut quadrata, scilicet ut 1 ad 4. Ponamus in uno Secundo esse momenta 10000; sunt igitur ultimo momento 10000 gradus velocitatis similes & æquales primo gradui primi momenti, & spatium ultimo hoc momento decursum, ad spatium primi momenti est ut 10000 ad 1. Coge igitur in summam omnia spatia incipiendo ab unitate usque ad 10000, videlicet ultimi termini dimidiato quadrato adde ejusdem ultimi

termini semissem, & prodibit omnium spatiorum summa. Ultimi termini 10000 quadratum est 100000000, cui adde ipsum ultimum terminum; & hujus summae medietas 50005000 est summa minimorum spatiorum, quibus constantur pedes 15. In duobus Secundis erunt momenta 20000, & similiter invenitur summa 200010000 minimorum spatiorum, quibus constantur pedes 60. Non sunt quidem duae hujusmodi summae hic inventae 50005000 & 200010000, omnino ut 1 ad 4, sed ut 1 ad $3\frac{49995}{50005}$; verum tantula differentia $\frac{10}{50005}$ quid officit allato experimento? an potuit observari? Si 4 sunt pedes 60, quid sunt $3\frac{49995}{50005}$? utique pedes $59\frac{49855}{50005}$; deest igitur pedis particula $\frac{150}{50005}$, hoc est unciae quasi pars vigesima septima. Quis autem tam minutae subtilitati locus sit in observando motu?

Ut autem perspicue appareat hanc hypothesim incrementi juxta seriem naturalem numerorum consentire cum experimentis, & spatia se habere ut quadrata temporum, statuamus eadem spatia, ut primum sit ad secundum in Ratione 50005000 ad 200010000. Radix primi spatij est $7071\frac{5959}{14142}$, Radix autem secundi spatij est $14142\frac{6018}{14142}$; quae sunt ut 1 ad 2, si fractiones contemnantur; nec repugnat experimentum; nam tantula differentia temporum, ne sit Ratio praecise dupla, discerni non potuit: quarum enim partium $7071\frac{5959}{14142}$ est unum minutum Secundum horae, deest unius partis $\frac{5000}{14142}$, ut sint duo minuta Secunda, hoc est unius pulsus alterae pars una vicies millesima desideratur, ut sint plane duo Secunda. Quare argumenta, si qua potes; an experimento revinces esse planissime duo minuta Secunda, nec vel unicum momentum defuisse?

Hoc idem, quod exempli causa in Ratione dupla temporum & quadrupla spatiorum explicatum est, in ceteris pariter deprehendes. Fac enim esse tempus quadruplum, hoc est Secundorum 4, hoc est minimorum temporis 40000. Tota collectio spatiorum erit 800020000. Quare 50005000 ad 800020000 est ut 1 ad $15\frac{49945}{50005}$, quasi ut 1 ad 16; est autem defectus $\frac{60}{50005}$. Spatium igitur uno Secundo decursum cum sit ped. 15, quatuor Secundis erit ped. 240 minus una ferè sexagesima nona particulâ unciae. Vicissim ut tempora invenias in subduplicatâ

Ratione

Ratione spatiorum, quare illorum tanquam quadratorum Radices ; & primi quidem Radix est , ut prius fuit inventa $7071 \frac{5959}{14142}$, secundi Radix est $28284 \frac{8836}{14142}$, quarum Ratio est quadrupla , si fractiones spernantur ; at aliquid deest , ut sint integra quatuor Secunda minuta horæ ; qui defectus dentum vix major est quam $\frac{1}{6667}$ unius pulsus arteriæ.

Cum itaque constituta hypothesis incrementi spatiorum, velocitatis, atque impetus juxta seriem naturalem numerorum sit naturæ consentanea, nequē Physicē repugnet experimentis, non debemus esse solliciti, ut aliam quæramus hypothesim ad statuenda incrementa exquisitè juxta numeros impares ; cum maximè in aquâ ob majorem resistentiam, quam in illâ dividenda inveniunt corpora gravia descendencia, non exactè servari eandem Rationem incrementorum, quæ in aëre apparet, experimenta iterata declarent, quamvis ad illam Rationem proximè accedant, ut apud Ricciolium tom. 1. Almag. lib. 9. sect. 4. cap. 16. n. 16. varia experimenta afferentem legi potest. Præterquam quod si tam in aëre quàm in aquâ adhibeantur in experimentum corpora secundum gravitatem specificam a b illis minimum discrepantia, statim apparebit non servari illam temporum atque spatiorum Analogiam : id quod pariter observabitur, si in diversis liquoribus eadem gravia corpora dimittantur : varia scilicet est resistentia ; hæc autem latet, quando grave dimissum valde differt à gravitate, aut levitate medij.

His ita constitutis, percussiois vires, quatenus ex velocitate oriuntur, proximè definire poterimus, si innotescant spatia, per quæ idem corpus grave liberè descendit ; nam hinc innotescet Ratio intensioinum impetus ultimo descensus momento, quo contingit percussio. Est siquidem numerus graduum impetus in motu naturali libero concepti par numero momentorum motus ; at momenta, quibus constant tempora motuum inæqualium, sunt in Ratione subduplicatâ Rationis spatiorum : igitur sicut Radices quadratæ spatiorum indicant Rationem temporum, ita pariter eadem indicant Rationem intensioinum impetus. Quare si alicujus gravis ex datâ altitudine cadentis percussio manifesta fuerit, facile inferemus, quanta proximè sit futura ejusdem percussio ex majori, aut minori altitudine, si fiat

ut Radix datæ altitudinis prioris ad Radicem posterioris altitudinis, ita nota percussio ad quæsitam percussione.

Neque hic conabor dicta confirmare experimentis tum à Ricciolio loc. cit. cap. 16. n. 12, tum à Mersenno tom. 3. in Reflexionibus Physico-Mathemat. cap. 8. allatis, ex quibus proximè inferitur hæc Ratio subduplicata spatiorum. Nam cum adhibita sit libra, ut in alteram lancem cadens pondus ex diversis altitudinibus dimissum elevarer pondera inæqualia oppositæ lanci imposita, res est anceps & incerta. Quandoquidem, ut observavi jam tum ab anno 54. labentis sæculi scriptis Romæ de hoc eodem argumento publicè traditis, & funiculi, ex quibus lanx percussâ pendet, distrahuntur, & libræ jugum flectitur, immò & lanx ipsâ ictum cadentis ponderis excipiens flexilis est; ac propterea impetûs vim retundunt, cum maximè vi elasticâ se restituentes conantur sursum. Præterquam quod, si pondus cadens non exactè incidat in lancis centrum respondens extremitati jugi, plurimum interest ad varianda momenta, prout libræ brachium aut decurtatum aut productum intelligitur. Quò autem majus est pondus in oppositâ lance attollendum ex vi depressionis lancis percussæ, magis resistit, ac proinde locus est flexioni majori ipsius libræ, aut funiculorum distractioni, præsertim si lanx fuerit concava, & cadens pondus illam tangens prolabatur in depresso rem lancis locum. Ex quo accidit, ut docuit experientia, aucto pondere elevando non satis esse dimittere pondus cadens ex altitudine, quæ sit ad priorè altitudinem ut quadratum ponderis majoris ad quadratum ponderis minoris initio elevati; percussio enim contingit in lance, cujus resistantiam ad hoc, ut vi ponderis cadentis deprimatur, metitur resistantia ponderis elevandi in oppositâ lance: at hæc si fuerit major quàm resistantia jugi, aut lancis, ne flectatur, aut funiculorum ne distraherentur, in hac flexione aut distractione insumitur vis percussione, quin opposita lanx attollatur. Quapropter ex altitudine adhuc majori dimittendum est pondus cadens; nam adhuc majore impetu concepto tam validè percutiet lancem, ut resistantia jugi & lancis ad flexionem ulteriorem, atque funiculorum ad longiorem distractionem, major sit quàm resistantia ponderis oppositæ lancis: atque adeò lanx percussâ non deprimetur solum, quantum funiculorum distractio

distractio & ipsa flexio permittit, sed adhuc ulteriùs; atque opposita lanx attolletur, quatenus impetùs vires excedunt oppositæ gravitatis resistantiam.

Ex his, quæ de Percussionibus corporum gravium naturaliter descendendum hætenus dicta sunt, conjectura sumenda est de reliquis percussionibus, quæ motûs originem non à solâ gravitate ducunt: nam in his pariter ex motûs velocitate, qua indicatur intensio impetûs, oritur validior percussio: nam sive conceptus à potentiâ vivente impetus, sive extrinsecus impressus (nisi novam offendat resistantiam, quæ illum retundat ac minuat) augetur novo impetu, quem potentia similiter applicata, iisdemque viribus prædita, nec obstaculo ullo aut retinaculo impedita, sequentibus momentis efficere potest: ideoque quò major est potentiæ percutientis motus quoad spatium, cæteris paribus, validiùs percutit. Cæteris, inquam, paribus; nam si posterioribus momentis motûs, minor impetus addatur à potentiâ movente, quàm deperdatur ex priore impetu impresso, quem natura repugnans excutit, languescit motus, & minuitur impetus: aut si tantumdem acquiratur impetûs, quantum deperditur, motus est æquabilis, nec ad validiorem percussionem quicquam confert diuturna potentiæ moventis applicatio, cum eadem sit impetûs intensio in fine horæ, atque in primo momento. Quia tamen frequentius (etiam si fortè aliquid antiquioris impetûs ex novâ resistantiâ deteratur) plus additur, velocitas incrementum sumit, si potentia maneat diutiùs applicata.

Hinc pater, cur, cum quis hostem sarissâ confodere tentat, aut postes crassiore fuste arietare; brachium retrahat quantum potest; ut nimirum potentia diutiùs applicata maneat in motu, semperque novum impetum gignens sarissæ aut fusti imprimat. Sic duobus digladiantibus, si alter alteri sinistram latum obvertat, & tam longo ense utatur, ut protecto corpore possit manum valde retrahere, hic validissimum ictum infliget extento dextro brachio, tum quia ex celerrimâ corporis totius conversione impetus aliquis brachio communicatur præter impetum, quem conferunt muscoli movendo brachio destinati, tum quia diutiùs movetur gladius à manu per majus spatium. Quod si eo ictu, quem Itali *Quartam* vocamus, hostem impetat, adhuc validior

dior erit ictus, quia longior motus; nam in conversione corporis obvertitur hosti dextrum latus præcisè ita, ut brachium totum extendi queat; & præterea pars exterior manûs deorsum convertitur, ex quo propter conformationem juncturarum cubiti & manus ictus evadit duos ferè digitos longior, quàm si non fieret hujusmodi manûs conversio: demum cum sinistrum brachium in posteriora projiciatur extentum, fit, ut corpori major impetus in anteriora possit imprimi citrà periculum cadendi; brachium siquidem eo pacto in posteriora projectum, translato gravitatis, ut gravitationis, centro servat totius corporis æquilibrium.

Nec dissimili ratione manifestum fit, cur pugnum validiùs impingant, qui brachium magis contrahunt, ideòque validiores ictus ab iis proveniant, qui longiora habentes brachia ea magis contrahunt; sicut calce fortiùs impetunt, qui longiora habent crura: quia videlicet diutiùs moventur, magisque impetum augment & velocitatem, antè ictum. Sic vides ab equis calcitronibus pedem in anteriora retrahi, & ab irato tauro collum depressum in posteriora inflecti, corpore pariter curvato, & quasi in posteriora retracto, ut longiore motu validiùs impetant: hinc qui propior est equo calcitranti, minùs læditur, quia nondum tantum impetum concepit, quantum longiore motu concepisset.

Hujusmodi percussionibus à potentiâ vivente, quæ suos motus ex arbitrio temperat, provenientibus æertam legem statui non posse nemo non videt, sive corpus percutiens impetu extrinsecùs assumpto feratur naturâ omnino repugnante, sive impetus impressus cum impetu vi interiore acquisito in eundem motum conspirent. Hoc unum tanquam manifestò comperitum atque deprehensum tenemus, quod in longiore motu factâ novi impetûs accessione velocitas augetur, & vis percussionis est major. Hinc sicut quando fistucâ cadente pali in terram adiguntur, initio illa modicum attollitur, quia exigua superanda est resistentia, hac autem crescente quò altiùs adacti fuerint, magis illa attollitur; sic lignarios fabros clavum in tabulam infigentes, initio quidem brevior mallei motu uti videmus, quem deinceps augment, donec demum totâ brachij extensione conitantur, prout resistentiæ incrementa validiore percussione
vinci

vinci oportet. Sic rusticos ligna findentes altius elevare securim, aut ruditem, quo cuneum percutiant, observamus, quod major est scindendi difficultas, ut auctus impetus velociorem motum efficiat, quem percussio consequitur.

Cum itaque duæ velocitates inter se comparatæ conferri possint vel ratione temporis, vel ratione spatij, ita ut vel æqualia spatia inæqualibus temporibus, vel inæqualia spatia tempore eodem conficiant; illa utique erit major velocitas, quando in motu temporis brevis, & spatij amplitudo consenserint. Hinc percussio contingit validior à corpore, quod multum spatij brevi tempore decurrat, quàm à corpore conficiente minus spatij longiore tempore. Propterea quæ de velocitate dicta sunt, & percussionum viribus, spectatâ diuturnitate motûs, ita intelligenda sunt, ut corpus percutiens vel eodem tempore plus spatij, vel breviori tempore æquale spatium, vel breviori tempore plus spatij decurrat: hoc enim ex majore impetûs intensiōe oritur.

CAPUT VIII.

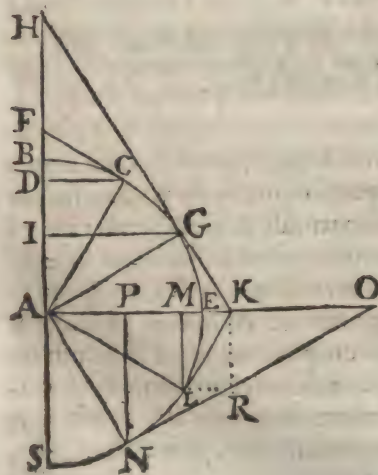
An validior sit ictus Mallei à situ Verticali ad Horizontalem, an verò ab Horizontali ad Verticalem descendentis.

Certum est percussiones fieri validiores, quando cum impetu ab extraneâ potentiâ impresso consentit vis intrinseca ipsius corporis percutientis motu naturali descendente; ipsum enim suum pariter impetum concipit, quem addit impresso: sic saxum, quod ex editâ turri deorsum rectâ projicis, validius percutit, quàm si illud dimitteres sponte sua casurum. Hinc quî malleo deorsum percutit aliquod corpus, ad motum eundem, cum percutientis impulsu conspirantem invenit mallei gravitatem, & citrà omnem controversiam majorem ictum infligit, quàm si sursum, aut in latus urgeret malleum, gravitate aut repugnante, aut saltém nihil juvante.

TTtt

Porro cum circa juncturam brachij cum humero, tanquam circa centrum, describatur semicirculus descendens, in quo sunt duo Quadrantes, alter cum brachium summè elevatum in perpendicularo existens descendit, ut fiat horizonti parallelum, alterum brachium à positione horizonti parallelâ ad imum deprimitur, ut iterum in perpendicularo statuatur; dubitari potest, an mallei ictus juxta duas hasce positiones sint omnino æquales, an verò inæquales; & hoc quidem non ex vi impulsione externæ, quam æquabilem ponimus, homine æqualiter connitente, brachio æqualiter extento, & datâ eâdem manubrij longitudine, sed ratione ipsius gravitatis mallei naturaliter descendens. Prioris motus, quo in circulo Verticali malleus deprimitur usque ad planum horizonti parallelum, in quo fit percussio, exemplum præbent tùm fabri ferrarij incudem tundentes, tùm lignarij clavos asseribus in plano horizontali constitutis ingredientes. Posterioris autem motus, quo malleum horizonti parallelum usque eò deprimitur, ut fiat perpendicularis, specimen habemus, cum corpus in pavimento jacens, aut non procul ab illo, ita percutimus, ut percussum moveatur horizonti ferè parallelum; cujusmodi esset, quando cuneum jacenti saxo subicere conamur, aut ligneam pilam ludentes malleo excutimus.

Ut autem dilucidè proposita quæstio exponatur, secernendus



est mallei motus naturalis ab ea parte, quam externa impulsio addit; & perinde considerandus est malleus, atque si manubrij extremitas axi infixa esset circa eum versatilis, adeò ut sibi relictus malleus arcum descendendo describeret. Sit malleus AB; & manubrij extremitas A sit circa axem in A versatilis; centrum autem gravitatis mallei intelligatur in B: quod quandiu in perpendicularo imminet axi A, totam suam vim in illum exerens sustinetur,

nec

nec motum inchoat, nisi à perpendiculo B A removeatur; hoc verò ubi transgressus fuerit malleus, descensum molitur: sed quia rigido manubrio connectitur cum Axe A, cogitur in latus secedere, & describere arcum B C, cui motui respondet solum descensus B D Sinus Versus anguli B A C; & descripto integro Quadrante B E, descensum metitur Radius B A.

Verum quamvis motus huiusmodi per arcum B E sit consentaneus propensione gravitatis, quæ proinde singulis momentis novam imperiis particulam concipiens motum, quantum potest, accelerat, non tamen illa Ratio servatur, de qua superiori Capite dictum est, ut Ratio spatiorum sit in duplicatâ Ratione temporum; neque enim hic liberè descendit malleus, sed in singulis punctis Quadrantis alia atque alia habet momenta descendendi, singula minora momento, quod haberet idem malleus nullo impedimento prohibitus; quod momentum integrum ille obtinet tantummodo in Quadrantis extremitate E, ubi nullâ ratione sustinetur aut retinetur ab axe A manubrium sustinente, aut retinente. Est autem momentum gravitatis in unoquoque arcus puncto, quasi illa esset in plano ibi circulum tangente, ac propterea inclinato: idcirco, ut lib. 1. cap. 13. dictum est, ejusdem gravitatis momentum in plano inclinato, ad momentum in lineâ perpendiculari eam Rationem habet, quam in triangulo rectangulo, cujus angulus Verticalis sit æqualis angulo inclinationis plani, habet Perpendicularum ad Hypothenusam. Quare in puncto C malleus habet momentum, ac si esset in plano inclinato F C, & ad momentum liberum ita se habet, ut D F ad F C, hoc est per 8. lib. 6. ut D C ad C A, & similiter in puncto G ut I G ad G A. Ex quo patet momentorum incrementa analogia esse incrementis Sinuum Rectorum arcibus subinde majoribus convenientium.

At hic, ubi de gravitatis momentis sermo instituitur, cavendum est, ne quem fortè in errorem inducat ambiguitas nominis. Nam quando in C momentum dicimus esse ut D C, & in G momentum esse ut I G, hoc intelligendum est præcisè ratione positionis, quatenus in hoc aut illo puncto constituta gravitas concipitur; nullâ habitâ ratione antecedentis motus aut quietis: & sub voce momenti Gravitatis hæc subjecta est sententia, ut gravitas mallei, quæ non impedita singulis punctis

temporis conciperet novum impetum ut A C, A G &c. quia à rigido manubrio modò magis, modò minùs sustinetur, quando est in C, impeditur, ne concipiat impetum nisi ut D C, & in G ut I G, atque ita de cæteris, donec in E concipiat impetum ut A E. Cæterùm quia in precedentibus temporis punctis acquisitæ sunt particulæ impetûs respondentes Sinubus Rectis præcedentium arcuum, ea fit impetûs intensio, ac proinde motûs velocitas, quæ omnium illorum Sinuum aggregato ferè respondeat: Et in fine Quadrantis in E vis est complectens omnes impetus, quibus additio facta est semper non tamen æqualis primo impetui, qui valdè languidus fuit, sed semper major atque major, prout Sinus Recti excreverunt.

Et hæc quidem de Superiore Quadrante. Jam inferior Quadrans considerandus est, in quo Axis A retinet malleum, ne ex E recto tramite descendat, sed eum cogit deflectere, & arcum E S describere, in cujus singulis punctis momentum perinde est atque in plano inclinato. Quare in L intelligitur descendens in plano inclinato K L, & ibi ejus momentum ad momentum liberum est ut R K ad K L, hoc est ut M L, ad L K, hoc est per 8. lib. 6. ut M A ad A L, hoc est ut Sinus Complementi arcûs E L ad Radium. Similiter in N est ut P A ad A N; & sic de cæteris. Est autem manifestum hujusmodi Sinus Complementorum eisdem planè esse cum Sinubus Rectis Superioris Quadrantis, sed ordine præpostero acceptis, atque adeò horum aggregatum esse illorum summæ æquale.

Non tamen hinc statim conficitur eandem esse in S vim mallei descendens ex E, atque est in E vis ejusdem descendens ex B. Non inficior æqualem in utroque Quadrante produci impetûs entitatem, si in summam referantur omnes impetûs particulæ, quæ momentis singulis efficiuntur; sed an æqualem demum conflent intensiorem, ex qua vis percussoris oritur, non omninò temerè, ut mihi quidem videor, subdubito. Cum enim acquisitus impetus interveniente resistentiâ imminuatur, ac debilitetur, & quidem eò magis, si à rectâ secundum naturam lineâ magis declinare cogitur; utique institutâ Superioris cum Inferiori Quadrante comparatio ostendit in illo quidem resistentiam semper decrescere, in hoc semper augeri, ac proinde impetum prioribus momentis acquisitum, licet aliquid in consequen-

consequentibus amittat, tamen hujus decrementi mensurâ magis ac magis extenuatâ, non adeò in Superiore Quadrante languescere, sicut in inferiore, ubi resistentia semper augetur, & impetus magis ac magis deteritur. Adde impetum de novo productum in posterioribus momentis, in superiore quidem Quadrante esse majorem, in inferiore verò minorem. Quare cum in postremis motûs momentis in superiore Quadrante multus producat impetus, & ferè nulla sit resistentia, in inferiore autem Quadrante multa inveniatur resistentia, & valdè exiguus impetus producat, satis probabili conjecturâ aliquam statuemus ictuum inæqualitatem, ita ut aliquanto validior sit ex B in E, quàm ex E in S.

Neque obstat, quod in E maximus producat impetus, qui deinde in L & N, atque consequentibus punctis additamentum accipiat, licèt semper minus ac minus, quo ita augetur, ut semper incitetur motus. Hoc enim non facit, quin impetus in E conceptus majoribus semper decrementis imminuatur usque in S, & impetus in L conceptus similiter magis languescat, atque ita de cæteris. Finge scilicet nullum impetum novum concipi in L, aut nullum in N, adhuc impetus in E conceptus deorsum tenderet, sed retinaculo illo debilitatus languidiùs adduceret malleum in S: idem dic de quolibet impetu singulis momentis concepto, qui crescente resistentiâ majoribus decrementis imminueretur, & languidè veniret in S. At quoniam plurima sunt momenta in brevissimi temporis particulâ, tot sunt reliqui impetus, ut simul constituent notabilem intentionem.

Quod autem resistentia in superiore Quadrante minuatur, argumento non est opus; manifestum quippe est gravitatem in arcu BE descendentem subinde transferri à plano magis inclinato in minùs inclinatum, & magis accedens ad perpendiculare: quis autem neget descendentem gravitati eò minùs obstare planum subjectum, quò fuerit minùs inclinatum? Atqui angulus CAF minor est angulo GAH, anguli autem ad C & G sunt recti; igitur angulus AFC major est angulo AHG; atque propterea planum FC est magis inclinatum, quàm planum HG, & cætera plana consequentia usque ad planum perpendiculare in E. Contra verò in inferiore Quadrante resistentia

tiam semper augeri ex eo constat, quòd à plano perpendiculari ad inclinatum, immò ad semper magis atque magis inclinatum, fit transitus, donec demum descendens gravitas veniat ad planum horizontale. Angulus videlicet inclinationis plani est æqualis angulo, quem denotat arcus in inferiore Quadrante decursus. Nam in triangulo ALK , cujus in basim AK cadit perpendicularis LM , ex 8. lib. 6. angulo KAL æqualis est angulus KLM , & propter parallelismum linearum ML & KR , angulo KLM æqualis est alternus LKR angulus inclinationis plani KL ; igitur hic angulus inclinationis est æqualis angulo, quem denotat arcus EL . Idem dic de angulo EAN & cæteris, qui semper majores indicant gravitatem transire ad plana magis & magis inclinata.

CAPUT IX.

Quomodo percussiones ex mole pendeant.

Quamvis ad validiorem ictum infligendum corporis percutientis velocitas, impetûs intensionem indicans, plurimum conferat, ut dictum est; non ad hanc tamen velut ad unicam causam referenda est vis percussiois; sed & corporis ejusdem percutientis moles attendenda est: videmus scilicet ex mole ipsâ percussiones augeri, cæteris paribus; perinde enim est, atque si tot corpora percutientia essent, quàm multiplex est moles major collata cum minore. Nam si nota est vis percutiendi, quæ inest globulo duarum unciarum cadenti ex certâ quadam altitudine utique probabilis conjectura & ratio suadet sextuplam esse vim globi ex simili materiâ unciarum duodecim ex altitudine eâdem cadentis: gravitas siquidem sexies multiplicata etiam impetum efficere potest sextuplum, non quidem intensivè, sed entitativè; neque enim pro Ratione molis augetur velocitas, quippe quæ requireret sextuplam intensionem. Hanc tamen majorem vim Ratione molis ita intelligi velim, ut medij resistentia dissimuletur: nam eo ipso, quod moles

les ejusdem secundum speciem gravitatis augetur, etiam superficiem augeri necesse est, quæ non eadem facilitate medium dividit. Sed quoniam ita augeri potest moles, ut non similem servet figuram, sed alias atque alias induat figuras manente æquali gravitate, ac propterea valde incerta est resistentiæ mensura, quæ ex medij divisione oritur, prout hanc aut illam faciem medio dividendo obvertit ipsa moles; hinc est, quod illam resistentiam tantisper dissimulare licet, dum reliquas percussione causas vestigamus. Caterum illius quoque ratio est habenda, ut aliquid virium detractum intelligatur percussioni, ubi & moles & spatium consideratur; quatenus velocitas, aucta mole, hoc est aucto ex medij resistentiâ impedimento, aliquantulum imminuitur, ita tamen ut pariter plures majoris molis partes, collatis viribus medium urgentes, aliquid afferant facilitatis in dividendo medio, adeoque etiam velocitatis.

Ex his habetur percussione vires componi ex mole & ex velocitate corporis percutientis: Moles siquidem determinat entitativè mensuram impetûs singulis momentis producti, velocitas indicat intensiorem, hoc est summam impetuum in motu acquisite, hoc est ejusdem impetûs gravitati, aut potentiæ virtuti, primo momento respondentis multiplicationem. Quare si duorum corporum ictus comparentur, percussione Ratio erit composita ex Rationibus velocitatum, & gravitatum, seu potentiarum, quibus vis movendi tribuitur. Velocitatem autem illam intelligo, quæ ratione impetus acquisiti conveniret corpori eo momento, quo percutit, nisi inveniret resistentiam: Hujusmodi verò impetûs eo momento intensiorem indicat spatium in antecedenti motu decursum, ex quo, prout dictum est cap. 7. cognoscitur Ratio temporum, quibus est analoga intensio impetûs. Hinc si cadat ex altitudine 100 palmorum globus unciarum duarum, deinde ex altitudine decem palmorum globus unciarum 12, sunt duæ Rationes, altera velocitatum, hoc est intensiorem impetûs in subduplicatâ Ratione altitudinum, videlicet ut 10 ad $3\frac{16}{100}$, altera gravitatum ut 1 ad 6; quæ compositæ dant Rationem ut 10 ad $18\frac{96}{100}$; ac proinde percussio globi minoris estimari poterit proximè ut 10, majoris ut $18\frac{96}{100}$: Nam duæ uncia majoris descendendo per decem palmos habent impetum

impetum ut $3\frac{16}{100}$: ergo sexies duæ uncia habent entitativè impetum ut $18\frac{96}{100}$. Quare si gravitates fuerint reciprocè ut velocitates, hoc est impetûs intensiones, erunt æquales percussiones, ut est manifestum.

Hoc autem, quod de gravitate motu naturali descendente dictum est, de potentiis pariter, servatâ analogiâ, est intelligendum (assumendo scilicet loco gravitatis vim ipsam potentia, quæ similiter conata perseveret in motu antecedente percussione) si innotescat, quantum potentia inæqualiter conentur, & per inæqualia spatia moveant idem corpus, quo ictum infligunt; nam ex Rationibus conatum, & velocitatum componitur Ratio percussionum. At si potentia duæ inæqualiter conantes per inæqualia spatia moveant inæqualia corpora, quibus alteri corpori ictus infligatur, attendendum est, an solum tam diuturnus sit motus ictum præcedens, ut nihil impressi impetûs deteratur: nam si alternis quibusdam incrementis & decrementis modò augeatur, modò minuatur, non est habenda ratio totius temporis, aut spatij, in quo factus est motus: quis enim existimet aptè computari posse, utrùm navis percurrerit sex, aut octo milliaria, ut ejus ictus, quo cymbam percutit, cognoscatur? Quare satius erit in hujusmodi motibus ab impetu extrinsecus impresso provenientius, qui ut plurimum repugnantem habet ipsius corporis naturam, nec totus permanet quemadmodum impetus acquisitus, ipsam velocitatem considerare, quatenus apparet non multo tempore antè ictum: tunc enim, quia potentia movens eum impetum imprimit, qui satis sit ad molem illam movendam tantâ velocitate, ut impetus hujusmodi innotescat, & molis & velocitatis ratio habenda est; atque idcirco ad comparandas invicem percussiones componenda est Ratio ex Rationibus molium, & velocitatum. Hinc si navis oneraria lentè moveatur velocitate ut duo, & navis alia sextuplo minor moveatur velocitate ut decem (quia videlicet paulò antè ictum observatum est, quo tempore illa procedebat duos passus, hanc percurrisse decem passus) ictus majoris ad ictum minoris erit ut 12 ad 10, compositis scilicet Ratione molium 6 ad 1, & Ratione velocitatum 2 ad 10.

Hic autem ubi Molis nomen usurpamus, cavendus est in vocabuli

vocabuli ambiguitate lapsus : neque enim corporis tantummodo amplitudinem , quatenus sub Geometricam dimensionem cadens spatium occupat, intelligere oportet, verum etiam naturam ipsam atque substantiam : ea scilicet, quæ minore secundum speciem gravitate prædita sunt, sub magnis dimensionibus parum habent substantiæ atque materiæ, ideoque & tenuem movendi ac impetum producendi virtutem ; neque propterea quod molem magnam præferant, validiora in percutiendo censenda sunt, quasi à globo ligneo librarum duarum, quia ferè decuplo major est globo plumbeo ejusdem ponderis, expectari posset validior ictus, si ex eadem altitudine dimittantur : nam vis producendi impetum connata est substantiæ, quâ substantia talis est, non quantitati, prout extensio est. Quare ubi molis habendam esse rationem diximus, ut fiat Rationum Compositio, ex qua percussorum incrementa aut decrements innotescant, ipsam potissimum substantiam intelligimus, quam, non nisi intra idem genus corporis, extensio major aut minor consequi solet : propterea si ferrei cylindri ictus, atque lignei, conferre invicem volueris, non ipsos cylindros, quatenus cylindri sunt sub tantâ basi & altitudine, dimetiri oportet, sed potius eorum gravitatem, ut quanta sit moles virtutis ipsi naturæ atque substantiæ respondens, ex gravitate inferatur.

Non tamen idcirco extensionis atque figuræ animadversio otiosa est, aut contemnenda, in percussoribus ; quinimmo non oscitanter consideranda, ut deprehendatur, qua sui corporis parte validissimum ictum infligat instrumentum percutiens. Hoc autem tripliciter potissimum movetur, videlicet, primò ad perpendiculum descendendo motu naturali ; deinde horizontaliter, seu oblique, cum à dextrâ in sinistram, aut vicissim à lævâ in dexteram, aut in anteriora extrinsecus motu recto impellitur ; demum in orbem, circuli arcum describendo.

Et quidem corpus sponte suâ descendens, quodcumque tandem illud sit, suam habet Directionis lineam, per quam in motu Centrum gravitatis progreditur. In infimâ igitur corporis parte ipsa Directionis linea definit punctum, in quo si fiat corporis percutientis contactus, ille erit validissimus ictus, quem hujusmodi corpus ex datâ altitudine descendens infligere potest, ibi quippe maximam reperit resistantiam, cum æquales

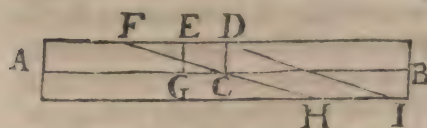
VVuu

ad ea corpora, quæ externo impulsu agitata motu recto sive Horizonti parallelo, sive ad Horizontem aut oblique, aut ad perpendicularum, inclinato moventur. Cum enim, ex hypothesi, partes omnes huiusmodi corporis impulsu æquali velocitate per æqualia spatia moveantur, æqualem impetum singulæ recipiunt, à movente impressum. Similiter igitur in corpore illo concipiendum est punctum, quod *Centrum Impetus* vocari potest, quia illud æquales hinc & hinc Impetus circumstant, quemadmodum Centrum Gravitatis dicitur, circa quod æqualia gravitatis momenta disposita intelliguntur. Hinc si corporis particulæ fuerint omnino homogeneæ, adeoque æquæ capaces impetus recipiendi, illud idem erit Centrum Impetus, quod est centrum molis, seu magnitudinis; nam eadem plana, quæ molem æqualiter dividunt, etiam æqualiter dividunt Impetum per singulas particulas æquabiliter diffusum. At si non ejusdem generis fuerint partes corpus illud componentes, sed raræ aliæ, aliæ densæ, hoc est ex materiâ partim tenui, partim constipatâ, sicut non esset idem Centrum Gravitatis, atque Centrum Magnitudinis, ita neque idem est cum Molis centro Centrum Impetus impressi; quia, ut ex Projectis constat, ea quæ secundum speciem leviora sunt, cæteris paribus, minorem impetum concipiunt (& globuli ex argillâ efficti, quos balistæ evibrant, majorem ictum infligunt, quàm pares globuli lignei, qui sunt argillâ leviores) ac proinde Centrum Impetus impressi assumi potest idem, ac punctum illud, quod in motu naturali esset Centrum gravitatis ipsi corpori inexistens.

Quare in motibus corporum externâ vi impulsorum attendenda est pariter linea, secundum quam dirigitur motus huiusmodi Centri Impetus: & punctum illud in corporis percutientis superficie, quod linea directionis motus à Centro Impetus ducta designat, ipsum est, in quo corpus percutiens vim suam validissimè exercet. Cum enim omnia plana per hanc Directionis motus lineam transeuntia (quorum illa est communis sectio) dividant universum Impetum in partes hinc & hinc æquales, quippe quæ etiam per Centrum Impetus transeunt, ita ex percussione in puncto illo impeditur motus, ut neque ad hanc, neque ad illam partem deflectere possit corpus impulsum in obicem, qui resistit. Quod si punctum contactus fuerit ex-

tra lineam Directionis motûs, inæquales sunt impetus, & major præpollente, corpus pergit in motu, quamvis ad latus inflectatur sive magis, sive minus, prout majus aut minus fuerit intervallum inter punctum contactûs, & lineam Directionis motûs.

Sit corpus A B, quod translaturum à potentiâ impellente habeat Centrum Impetûs C, & linea, per quam dirigitur motus,



sit C D, cui parallelæ sunt lineæ à singulis partibus in motu descriptæ. Si ergo in obicem incurrat punctum D, ita impeditur motus, ut ulterius promoveri nequeat

corpus, nisi obex loco cedat; quia nimirum impetus in D A æqualis est impetui in D B, ideo neutra pars æquali impetu affecta promoveri potest: est igitur maxima resistantia, & ictus validissimus. Sin autem non puncto D, sed puncto E fiat percussio secundum eandem directionem G E, jam impetus sunt inæquales, & minor impetus est in E A, quam in E B; proinde pars E B validior pergens in motu inflectitur circa obicem in puncto E, tanquam circa centrum, & resistantia est minor, quam ad punctum D. Simile quid contingit, si fiat percussio in puncto F, multo enim major impetuum inæqualitas intercedit inter F A, & F B, quam inter E A, & E B, atque facilius fit conversio & inflexio motûs circa obicem in puncto F, quam in puncto E: arcus siquidem majore Radio F D descriptus minus defeiscit à rectitudine lineæ, per quam dirigitur motus, quam arcus minore Radio E D descriptus. Quò igitur magis punctum contactûs in percussione abest à puncto D, eò infirmior est ictus, minorem quippe invenit resistantiam.

At si corpus idem A B ita impellatur, ut linea directionis motûs ducta ex C centro impetûs sit C A, similiter constat validissimum ictum fieri in A, imbecilliorẽ verò in extremis angulis ejusdem superficiẽ. Hinc vides, cur ex vetere disciplinâ Poliorceticâ ad murorum, aut postium expugnationem, arietes, quibus concutiebantur, non planâ facie, sed convexâ communiter, aut acutâ construerentur: quia scilicet trabem ferro
in

In capite armatam funibus suspensam (ne sustinendi laborem subirent, sed vires omnes in motu impenderent) retro ducentes, ac deinde propellentes, non planè horizontaliter, sed quasi circulariter movebant; planum autem si fuisset trabis caput, ictus inflictus fuisset ab extremo illius superficiei latere, non verò à partibus circa medium existentibus, à quibus multò validior ictus expectari potuisset; quemadmodum certius contingit facie convexâ, aut in apicem desinente.

Si demum linea directionis motûs esset CF , utique in F esset validissimus ictus, quia planum FH bifariam divideret æqualiter universum impetum, & impetus FAH æqualis esset impetui FBH . Esset autem infirmior ictus, quem infligeret punctum D , cujus directio DI parallela directioni Centri FH inæqualiter divideret impetum, & pars impetûs DBI minor esset parte $DAHI$; quapropter hæc circa obicem in D moveri posset, & minorem inveniret resistantiam quàm in F .

Ubi observandum est non aptè quæri, quonam in puncto validissimus fiat ictus, nisi pariter statuatur, quænam sit linea Directionis motûs: Nam in eodem puncto D validissimus est ictus, si directio fuerit CD , quia tunc est maxima resistantia; nullus est ictus in directione CA , quia nihil illi opponitur; imbecillis est ictus in Directione CF , quia mediocrem offendit resistantiam. Præterea comparatis invicem Directionibus CD & CA , validior est ictus in A quàm in D ; plures siquidem partes in eandem longitudinis lineam directè conspirantes plus obtinent virium, quàm pauciores in lineâ latitudinis: præterquam quod partium ad latera adjacentium lineæ, quæ propiores sunt lineæ Directionis Centri Impetûs, quasi in unam Physicè coalescunt, id quod non contingit partibus notabili intervallo disjunctis ab illâ Directionis lineâ: quæ eatenus solum in percussione consentiunt, quatenus cum intermediis conjunctæ nexu non faciliè dissolubili eas pariter juvant; nam si esset corpus percutiens in plures partes, ceu virgulas, dissectum, iis, quæ obicem contingerent, manentibus, reliquæ sinè ictu excurrerent: propterea etiam conjunctæ facilius à directâ positione deflectentes corporis longitudinem inflectunt: ut in tenui & gracili ligno accidere potest extremis partibus A & B , quæ ex impulsu, quo promoventur, possunt circa punctum D inflecti; ex quo infirmior

percussio, quàm cum tanta est corporis crassities, ut pro longitudine brevior non valeat flecti. At si cum his directionibus *CD* & *CA*, ad perpendiculum incidentibus in faciem corporis percutientis, comparetur Directionis linea *CF* obliquè incidens, licet longior sit linea *CF*, quàm *CD*, non ideo validior est in *F* ictus Directionis *CF*, quàm in *D* ictus Directionis *CD*: id quod oritur ex minore resistentiâ ratione obliquitatis; facilius quippe potest ulterius excurrere corpus obliquè percutiens, quàm si directè percuteret.

Porrò non levis error obreperet minùs accuratè perpendentibus ea, quæ hætenus de Centro Impetûs disputata sunt, si hoc Centrum absolutè in eo instrumento, quo ad percutiendum utimur, quærendum esse existimarent: non enim rarò etiam ejus, à quo instrumentum impellitur, considerandus est impetus & motus. Sic quando duo lanceis concurrunt, non est æstimanda percussio ex solo impetu lanceæ impresso, verùm etiam ex eo, quem militis corpori imprimit equus, cui currenti insidet, immò & ipsius equi impetus, quem virtute suâ animali concipit: universum quippe hunc impetum retundi oportet ab eo, qui ictum recipit: hinc si miles minùs robustus fuerit, infirmior est ictus, quia ipso ictûs momento ille cedit, & perinde est, atque si lancea ipsa cederet, aut flecteretur. Non est igitur Centrum impetûs in lanceâ ipsâ, sed potiùs in corpore militis non procul ab equo; ac proinde inclinata lancea, ut, quàm minimum fieri possit, recedat à positione parallelâ lineæ Directionis motûs, & ab hac lineâ non longè absit, validissimum ictum infliget: hoc autem quia faciliùs obtinetur longiore lanceâ, quàm breviorè, ideo, cæteris paribus, præstat longiore lanceâ uti.

Res autem aliter se habet, quando percussio contingit instrumento non ampliùs cohærente ipsi causæ, à qua impetum recipit, sed jam ab eâ disjuncto; in eo enim præcisè est Centrum Impetûs, & attendenda est linea Directionis motûs ab hujusmodi centro ducta, ut vis percussioni maxima innotescat.

At hîc quæris; si hastam inanù stringentes impetum illi imprimimus, & brachium pariter impetum concipit, atque ex utroque impetu æstimandus est ictus; cur validiùs hastam eandem intorquemus jaculantes, quàm manu tenentes? Sic antiquis,

quis, ad acrius feriendum, placuit hastis amentatis uti, ut post ejaculationem hastam loris ligatam retraherent, iterumque evibrarent: Esse autem validiorem ictum hinc cognosces, quod hastæ evibratæ mucro altius infigitur objectæ tabulæ, quam cum illam manu retinentes similiter tabulam cuspide percutimus. Ex multiplici causâ id petendum videtur. Et primò quidem, quia cum hastam manu stringimus, caro, quæ est in volâ manûs, illicò cedit, ac obicem hastæ resistentem offendit, ex qua cessione minuitur impetûs; qui & multo magis debilitatur, si brachium pariter in posteriora modicè revocemus timentes, ne ex præconcepto impetu, & corporis percussî resistentiâ oriatur nimia aliqua partium convulsio, aut dolor: hoc autem incommodum vitatur in hastâ jam emissâ. Deinde quando aliquid jaculamur, ultimo momento, quo illud tenemus, brachium validissimo conatu in anteriora movemus, statimque retrahimus dimittentes missile, cui propterea plurimus impetus imprimitur: constat autem non posse à nobis hastam retinentibus (alia scilicet est musculorum contentio & motio) moveri brachium motu adeò concitato. Demum impetus brevissimo illo motu tantâ vi productus in missili suam retinet directionem (quicquid sit, an gravitas insita aliquid officiat) quæ in longiore motu brachij si non dimittatur, aliquantulum labefactatur, eo quod plures motus circa diversa centra, videlicet circa os humeri, & os cubiti, misceantur; atque ex diversa illâ directione vis impetûs minuitur. Cum itaque ex omnibus hisce causis major inveniatur impetus in hastâ evibratâ, quo momento illa percutit, majorem quoque ictum ab eâ intligi consequens est.

Ad hoc percussorum horizontalium genus spectat illa percussio, qua in ludo minoris tudiculæ globus unus tudiculâ impellente emissus alium globulum percutit. Si enim in eadem directionis motûs lineâ reperiantur centra utriusque globi, percutientis scilicet & percussî, maximus ictus infigitur, quia maximam invenit resistentiam, cum totus globulus percussus toti percutienti opponatur, cujus singularum partium lineæ directionis motûs si producantur, occurrunt globulo percusso (æquales sunt globuli ex hypothesi) quamvis sola linea directionis Centri illum contingat. Sin autem globus emissus ita alium

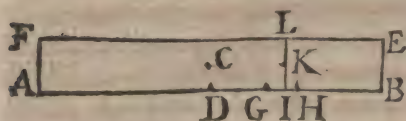
quiescet

menti OLS habentes Directionem parallelam Directioni BE, quæ est directio Centri, inveniunt resistantiam, cum earum directiones incurrant in oppositum globum A. Similiter si Directio Centri sit BG, parallela Directio HI producta tangit in P globum A, qui proinde opponitur Directionibus omnium partium segmenti IHS. Cum autem segmentum IHS majus sit segmento OLS, etiam major est ictus, quando Directio BG ea est, ut Tangenti lineæ DE occurrat in puncto G non ita procul à contactu C, quàm si directio BE ea esset, quæ in puncto E remotiore à contactu C occurreret eidem Tangenti DE: Maximam siquidem habet veritatis speciem, in hujusmodi ictibus impetum in globo percusso eâ intensiōne imprimi, quæ proportionē respondeat partibus, quæ directè secundum illam Directionis lineam impediuntur. Quoniam verò impetus globo percusso impressus illum afficit æquabiliter, hinc est, quod ille non potest à percussione determinari, nisi ut moveatur per lineam Directionis, quæ conjungat punctum contactus C cum centro A: quandoquidem æquales sunt globi partes circa centrum, adeoque & æquales impetus.

Observa hic à me assumptos esse circulos pro globis, & lineas vice planorum secantium globos, ut res facilius explicaretur: cæterum quæ de lineis dicta sunt, si de planis per lineas illas transeuntibus intelligantur, rem similiter ob oculos ponent, si ipsa parallela fuerint, aut inclinata, prout de lineis constituta est hypothesis. Superest tertius percutientis motus, videlicet in arcus circularis speciem ductus, quando, altera extremitate manente, corpus in gyrum movetur. Experimentis autem docemur validissimum ictum non semper fieri ab extremitate, quamvis hæc velocissimè moveatur præ cæteris punctis alteri extremitati manenti propioribus. Ut igitur inveniatur punctum, in quo corpus percutiens maximam habeat resistantiam, ponendum est illud esse æquabiliter ductum, & ex materiâ homogeneâ æqualiter capaci impetûs; atque ibi sanè maxima erit resistantia, ubi impetûs momenta æqualiter dividuntur: id quod contingit in puncto ita remoto à motûs centro, ut cadat inter bessẽ, & dodrantem totius longitudinis, quæ habet rationem Radij, quo arcus describitur.

XXxx

Sit corporis percutientis longitudo A B. Si motu naturali



sponte sua descenderet, & in motu positionem horizonti parallelam servaret, utique validissimus esset ictus in D puncto, quod responderet centro gravita-

tis C; essent enim hinc atque hinc æquales gravitates, & æqualia impetûs momenta, ut superius dictum est. At manente extremitate A, tanquam centro motûs, & corpore ipso vi suæ gravitatis descendente, licet singulæ particulæ, utpote naturæ ejusdem, paribus viribus sint præditæ, non tamen æquali momento feruntur; sed cum in A retineantur, quæ puncto A propiores sunt, magis detorquentur à directione naturalis gravitatis, adeoque plus momenti habent partes inter D B, quàm inter A D constitutæ. Porro momenta sunt in Ratione Distantiarum: Momentum siquidem est Excessus virtutis moventis supra resistantiam, qua impedimentum prohibet, ne sequatur motus juxta naturalem propensionem: quare singularum partium momenta ex earum motu dignoscuntur: moventur autem per circulorum arcus similes, quorum etiam similes sunt Sinus descensum metientes, qui sunt in Ratione Radiorum, hoc est distantiarum ab A communi centro. Sic momentum puncti D est ut A D, puncti G ut A G, puncti H ut A H, atque ita de cæteris. Hinc est omnium momentorum summam constari ex illorum aggregato, quasi ex aggregato arcuum quos describunt, aut Sinuum arcubus, similibus respondentium, quorum Ratio eadem est cum aggregato Radiorum, ex quibus describuntur arcus. Cum autem universa longitudo A B in particulas æquales divisa intelligatur, manifestum est distantias à centro A constituere Progressionem Arithmeticam juxta seriem naturalem numerorum, ac proinde punctum, quod vocari potest *Centrum Momentorum Impetûs*, illud esse, in quo momenta illa bifariam æqualiter dividuntur.

Hoc verò punctum esse ultra beselem totius longitudinis hinc apparet, quod, si longitudo A B in tres æquales partes distincta intelligatur, prima centro A proxima habet momentum ut 1, secunda ut 2, tertia ut 3: igitur post finem secundæ, hoc est in G, videtur

videtur esse æqualitas momentorum; nam AG habet ut 3, & GB item ut 3. Sed non esse in G momentorum æqualitatem constat, si adhuc plures in partes AB distincta intelligatur, & eadem sit Ratio dupla AG ad GB . Sit AB partium 6; AG est 4, GB 2: Momenta AG sunt 10, GB 11; sunt scilicet ipsius AG momenta quatuor distantiarum 1. 2. 3. 4. hoc est 10, GB verò momenta quintæ & sextæ distantie 5 & 6, hoc est 11. Quod si ponatur AB partium 9, & AG 6, GB 3; momenta AG sunt 21, GB sunt 24. Similiter statuamus longitudinem AB partium 12, scilicet AG 8, GB 4, momenta AG sunt 36, GB 42. Item AB sit partium 15; AG 10, GB 5: momenta AG sunt 55, GB 65. Demum AB sit partium 18; AG 12, GB 6: momenta AG sunt 78, GB 93. Non igitur momentorum æqualitas est præcisè in G ad bessem longitudinis AB , sed est ultra G versùs B .

Verùm, si AH sit dodrans longitudinis AB , non in H , sed citrà H , inter G & H est quæsitum punctum, in quo momentorum æqualitas invenitur. Nam si AB sit partium 4, atque AH sit 3, HB verò sit 1; momenta AH sunt 6, & HB 4: Si AB sit part. 8: & AH 6, HB 2; momenta AH sunt 21, HB 15; & sic de cæteris servatâ eadem Ratione triplâ AH ad HB . Cum itaque momenta AG minora sint quàm momenta GB , contrà verò momenta AH maiora sint momentis HB , constat æqualitatem momentorum esse inter G & H , hoc est inter bessem & dodrantem. Ubi autem proximè sit huiusmodi punctum, deprehendes, si totam AB statuas partium 576, & AI partium 407: Cum enim momenta omnia totius AB sint 166176, & momenta AI sint 83018, remanent momenta IB 83148, proximè æqualia momentis AI . Est autem Ratio 407 ad 576 minor Ratione 3 ad 4: & Ratio AI ad IB minor est Ratione AH ad HB , hoc est minor Ratione Dodrantis ad Assen: item Ratio 407 ad 576 major est Ratione 2 ad 3, hoc est Ratione Bessis ad Assen. Quæ de lineâ AB hæcenus dicta sunt, in reliquis pariter illi parallelis vera esse deprehenduntur simili ratiocinatione; ac propterea à lineâ IL omnes in eadem Ratione secantur. Maxima igitur percussio à corpore A E circa lineam AF in gyrum actò fiet in lineâ IL ; in qua medium punctum K denotat locum validissimi ietûs; in eo sci-

scilicet omnia momenta impetûs æqualiter dividuntur tam juxta longitudinem, quàm juxta latitudinem.

Sed quoniam rarò contingit corpus, quo percutimus, ita æquali ductu partes omnes dispositas habere, sicut hætenus hypothese in cylindro aut prismate constituimus, idcirco frequentissimè centrum hoc momentorum Impetûs, ex quo ictus vehementia pendet, aut magis ad centrum motûs accedit, aut ab hoc magis recedit, prout ad hanc aut illam extremitatem plures sunt partes majoris impetûs, aut majorum momentorum capaces: fieri siquidem potest, ut plures partes centro motûs proximæ tenuioribus momentis sint præditæ, pauciores autem partes ab hujusmodi motûs centro remotæ majora obtineant momenta, adeò ut inæqualitas partium reciproca quadam inæqualitate momentorum compensetur; & fieri potest, ut plures partes cum majore distantia componantur, adeò ut centrum momentorum impetûs proximum sit extremitati, quæ velocissimè movetur. Hinc quia malleo & securi infligendus est ictus, in illorum manubriis statuendis cavendum est, ne nimis gravia sint, ne fortè extra malleum aut securim, quibus fit percussio, sit centrum momentorum impetûs. Centrum hoc momentorum si appellare libeat *Centrum Percussionis*, per me licet; neque enim hæreo in vocabulis.

Ut autem oblato quocumque corpore ad percutiendum apto, quo utendum sit motu circulari, cujusmodi est malleus, clava, securis, & similia, ejus centrum Momentorum impetûs Physicè & Mechanicè habeamus, hæc methodus fortasse non inutilis accadat. Extremam illam partem, quæ manu apprehendi solet, ex clavo immobili ita suspende, ut circa illum liberè moveri valeat: tum suspensam clavam à perpendiculo remove, & in hanc atque illam partem vibrari permitte. Interim ex subtilissimo filo æreus, aut plumbeus, globulus pendeat, qui pariter vibretur: & hujus perpendiculi vibrationes cum clavæ suspensæ vibrationibus compara, an videlicet singulæ singulis isochronæ sint, hoc est æqualis durationis, an verò inæqualis; si una perpendiculi vibratio diuturnior sit, quàm una clavæ vibratio, decurtandum est filum, si brevior, producendum usque eò, dum perpendiculi vibrationes singulæ singulis clavæ vibrationibus isochronæ fuerint. Hoc ubi consecutus fueris, haud temerè pronun

pronunciabis quæsitum Centrum momentorum Impetûs clavæ tanto intervallo abesse à puncto suspensionis, quanta est perpendiculi longitudo, non quidem exactissimè & Geometricè, sed quantum satis est ad Physicum opus. Cur ita argumentari liceat, si rationem reposeas, hæc satis probabilis afferri potest; quia scilicet Centrum momentorum Impetûs est punctum illud, in quo cum sit æqualitas momentorum, omnes ipsius clavæ partes suam vim exercent ad motum illius oscillationis; quemadmodum in centro globuli ex filo pendens (filum ex hypothesi nullum habet notabile momentum ad motum adnexi globuli variandum) est æqualitas momentorum ejusdem descendens, & ad positionem perpendicularem se restituentis. Est igitur clava quasi perpendiculum tantæ longitudinis, quantum est intervallum inter Centrum motûs atque Centrum momentorum Impetûs. At perpendicula æqualis longitudinis sunt isochrona: igitur invento perpendiculo isochrono cum oscillationibus clavæ, nota erit ex hujus longitudine etiam longitudo rigidi illius perpendiculi, quod concipitur in clavâ, videlicet distantia Centri momentorum Impetûs à Centro motûs.

Hic tamen animadvertas velim ex hac methodo non haberi exactè punctum Centri momentorum in clavâ, sed illud adhuc paulò longius abesse; quia nimirum perpendiculorum omnino æqualium, præterquam in gravitate ponderis appensi, illud, quod gravius est, plures vibrationes eodem tempore perficit; atque perpendiculorum omnino æqualium, præterquam in longitudine, illud, quod longius est, paucioribus vibrationibus eodem tempore agitur. Cum autem clava sit perpendiculum gravius globulo, qui ex filo pendet, positâ æquali longitudine, clava velocius moveretur: Si igitur motus clavæ est isochronus cum motu globuli ex filo suspensi, necesse est longitudine graviori inferente vibrationum raritatem compensari ejus gravitatem, quæ crebriores efficeret vibrationes. Quare hoc certum habebis, quæsitum Centrum Momentorum esse ultra punctum illud inventum ex longitudine perpendiculi adhibiti.

Sed & illud præterea observandum est, motus istos circulares corporum percutientium communiter non habere pro sui motûs Centro alteram extremitatem, nisi fortè, quando ad solius manûs motum moventur, cubito ac brachio immotis: cæterum

pro centro motûs habent aut cubiti, aut humeri juncturam, prout cubitus, vel totum brachium movetur: & tunc Centrum momentorum transferri contingit, nec opus est adeò longa esse manubria; ut vides malleos, quibus ad contundendos libros utuntur bibliopagi, brevioris esse manubrij, quia extento brachio percutiunt, quod fungitur vice valde longi manubrij: contra verò fabrorum ferrariorum mallei, bipennes, & cætera instrumenta, quæ utrâque manu apprehensa tractamus, longiora habent manubria, tunc enim brachium adeò extendere nequimus.

CAPUT X.

Quid conferat resistantia corporis percussæ.

EAtenus ictum corpori percussio infligi, quatenus hoc motui corporis percutientis opponitur, illique obstitit, dictum est cap. 6. eoque vehementiorem esse percussione, quò maior est resistantia. Hæc autem resistantia originem ducit ex ipsâ corporum naturâ; omne siquidem corpus, quâ corpus est, nulli corpori penetrabile est, neque fieri potest, citrà Divinam virtutem longius, quàm naturæ termini postulant, excurrentem, ut uno eodémque in spatio duo corpora collocentur, quemadmodum duæ substantiæ ab omni prorsus sensu disjunctæ, sed quæ solâ ratione, & intelligentiâ comprehenduntur, se vicissim eodem in loco facillè patiuntur. Corpus igitur percussum tum ex suâ constitutione, & temperie, tum ex recedendi difficultate, tum ex positione, secundum quam ictum excipit, habet, ut modum percussioni statuatur; ex triplici enim hoc capite resistantiarum varietas petenda est, qua corpus percussum reluctatur, ne loco cedat.

Et ad primum quidem quod attinet, corpora dura magis resistere, quàm mollia, manifestum est ex ipsâ Duri & Mollis notione. *Est autem Durum*, ut ait Aristoteles lib. 4. Meteor. summa 2. cap. 1. *quod non cedit in seipsum secundum superficiem:*

Molle

*Molle autem, quod cedit, non circumobstendo; aqua enim non Mol-
lis, non enim cedit compressione superficies in profundum, sed circum-
obstistit: aqua scilicet, & humores urgenti quidem cedunt, at non
induendo superficiem, quæ maneat, (ut ceræ ac luto accidit)
sed ita secedendo, ut, urgente remoto, ad superficiem antiquæ
superficiei similem confluant particulæ, quæ secesserant. Qua-
propter ad mollium genus, in rem præsentem spectare cenlen-
da sunt, quæcumque se premi patiuntur, hoc est, externo im-
pulsu in se ipsa coeunt, cum in profundum superficies permuta-
tatur, nec dividitur; si vè imprimi & formari possint, pulsu tan-
tùm, ut cera & argilla, aut percussione, ut plumbum; si vè im-
pressionem & formam rejiciant, ut lana, & spongiæ. Ea autem,
quæ dura sunt, sed ductilia, quia eadem percussione possunt simul in
latus, & in profundum secundum superficiem transferri secundum
partem, ut ferro candenti, aliisque metallis sub fabri malleo
contingit, aliquatenus ad mollia pertinere videntur, saltem
comparatè, quia videlicet cedunt percutienti, quod propterea
durius censetur. Sic in arce Antuerpiensi memini me vidisse
ænea aliquot ingentia tormenta bellica, olim ex Skenekiana
munitione, cum in Hispanorum potestatem venit, asportata,
in quorum tubis non mediocres contusionum notæ ab hostili-
bus globis impressæ apparebant. Quæ verò corpora dura sunt,
neque se ita comprimi patiuntur, ut superficies depressa crassi-
tatem minuat, sed solum, servatâ longitudine, flexibilia sunt eâ
ratione, ut à rectitudine ad curvitatem, aut vicissim à curvitate
ad rectitudinem torqueantur, cedunt quidem, sed inter mollia,
ex hoc quidem capite, recensenda non sunt. Quod si vehe-
mentiore percussione non solum flectantur, sed etiam frangan-
tur (quemadmodum contingit crassiusculo baculo, cujus ex-
tremitates in acumen desinentes innituntur duobus vitreis cya-
this; qui circa medium valido fuste percussus flectitur, & in-
flexione declinans vitra, iis integris frangitur) in magnas par-
tes dividuntur, & separantur: at si in partes plures dissiliant ex
unicâ percussione, friantur, ut vitrum, lapis, fictile; id quod ex
duritie oritur.*

Hæc eadem corporis habitudo, quæ particularum compo-
nentium complexionem respicit, æquè in percutiente, ac in
perculo attendenda est; quandoquidem si dispar fuerit eorum
durities,

durities, fieri potest, ut ex ictu labefactetur potius percutiens, quàm percussum: sic globus plumbeus ex editâ turri decidens in subjectum silicem ex ictu contunditur, rotundâ superficie in planam mutatâ, qua parte fuit contactus; & vitrum ad saxa allisum friatur; & folliis lusorius in parietem impactus comprimitur. Hinc tamen non fit, quò minus corpus illud, in quod plumbeus globus, aut vitrum, aut folliis incurrit, percussum dicatur; ex ictu enim saltem concutitur, & contremiscit. Neque tremorem huiusmodi temerè confictum suspicabitur, quisquis longissimæ trabis extremitati aurem admovertit, ut alterâ extremitate quamvis levissimè digito percussâ sonitum audiat, aut noctu scrobiculo in terrâ facto aurem immiserit, ut adventantis alicujus adhuc procul positi passus percipiat: nullum verò sonum fieri sine tremore & motu, extra controversiam posuit experientia.

Porro spectatâ corporum temperie, percussionum vehementiâ æstimatur ex iis, quæ consequuntur resistantiam ortam ex corporum collisorum duritie seu mollitudine majori au minori, tum absolutè, tum comparatè. Cum *Absolute* dico, alterutrius solum duritiem seu mollitudinem considero ita, ut aut corpora percussâ inter se, aut corpora percutientia similiter inter se conferantur: *Comparatè* autem, quando percutiens cum percusso comparatur, prout duritie se excedunt. Si corpus percutiens valdè durum ponatur, & corpus percussum molle fuerit, hoc cedendo retundit ictum; ex levi enim illâ resistantiâ tandiu durante, quandiu fit partium compressio, minuitur in percutiente impetus, & quod corpori molli subjectum est corpus, levissimam impressionem ex ictu recipit. Sic apud Sinas, ut in Atlante Sinico pag. 127. *In flumine, per quod ad Iening navigatur, Catadupa aquarum multa sunt, & periculossima Syrtibus loca, duo præsertim propè Cinglien, unus Kieulung, alter Changeung dictus. Cum naves transeunt, ne cum aquâ decedentes fractionis incurrant periculum, scite præmittunt aliquot straminis fascies, ad quos navis levius impingat, ac transeat. Sic ferreis tormentorum globis objecti sacci lanâ aut terrâ repleti illorum vim elidunt, ne diruant muros huiusmodi saccis protectos: sic facti gossypio thoraces non levi munimento sunt digladiantibus. Quò autem mollius fuerit corpus percussum, quia magis cedit, minus læditur*

ditur à percutiente; & vicissim quò durius illud fuerit, magis ab eodem percutiente læditur, cujus impulsus excipit.

Hinc vides cur ferreos militum thoraces, & galeas nostro hoc ævo aliter temperare oporteat, ac antiquis temporibus, quando gladiatorum, hastarum, sagittarum ictus tantummodo repellere opus erat; tunc enim durâ temperatione solidandum erat ferrum, ne prorsus cederet, huiusmodi armorum mucronem admittendo: nunc verò ut innoxie excipiantur ictus globorum à Sclopiis emissorum, ferrum molle esse expedit, ut contusum flectatur, & aliquantulum cedens ita imminuat globi ejaculati vires, ut penetrare ulterius non valeat. Quod si in chalybem temperatus esset thorax militaris, nec admodum crassus esset, ne gravitate nimia incommodus, aut inutilis accideret, facile chalybs ex globi ictu dissiliret, & vulnere locum aperiret. Sed quia globi plumbei sunt, & se comprimi patiuntur, ex huiusmodi percussione compressio quasi distribuitur inter plumbeum globum explosum, atque ferreum thoracem, qui multo magis contunderetur (aut fortè etiam perforaretur à globulo ferreo; globulus autem plumbeus, si thorax aut ipsa galea nihil cederet, magis comprimeretur, quemadmodum cum in marmor exploditur.

At ubi corpus percussum non cedit in seipsum secundum superficiem, flectitur tamen, adhuc minus resistit, quàm corpora rigida, nec flexioni notabili obnoxia. Notabili, inquam, ne in quæstionem vocemus, utrùm flecti dicenda sint illa corpora, quæ ex ictu tremorem concipiunt, ut æri campano, cum pulsatur, accidit: nam vix excogitari potest corpus aliquod, cui ex vi percussione accidere nequeat tremor; cum & terram ipsam licet altius defossam in cuniculis concuti & contremiscere ostendant lapilli, & fabæ in tympani militaris planâ facie subsistentes ex profundo illo ligonis ictu. Certè, si Atlanti Sinico pag. 57. credimus, ubi in IV Provinciâ Xantung mentionem facit de monte, cui nomen Mingxe, hoc est Sonorum lapis; *in huius montis vertice cippus erectus stat centum altus perticas* (Pertica apud Sinas est decem cubitorum) *qui vel leviter digito percussus ad tympani modum sonum edere dicitur, à quo monti nomen;* nullus autem sonus absque corporis sonori tremore efficitur. Quod si non nisi levissimè flecti queat corpus percussum, sed ci-

Y Y y

tra tremorem frangatur, aut frietur, indicium est majoris resistentiæ, ac proinde, cæteris paribus, vehementiorem futuram percussione, quàm si conspicuam flexionem admitteret. Cæterum resistentia ferè maxima eorum corporum est, quæ & partes nexu ægrè dissolubili copulatas habent, & congruâ crassitudine prædita non nisi creberrimo & minutissimo tremore concuti possunt, si percutiantur. Nam omnium resistentiarum absolutè maxima est, cùm prorsus immotum à percussione manet corpus.

Hinc si percussi corporis durities major fuerit, quàm percutientis, fieri potest, ut impetus qui corpori percusso imprimi non potest, disjiciat ipsius percutientis partes, aut in latus impellat ita, ut vel contundatur, vel frangatur, vel frietur, sitque percutientis conditio deterior, quàm percussi. Hujusmodi esset apud nos conditio gladij, quo marmor percuteremus; neque enim nostrates enses comparandi sunt cum illo, de quo Atlas Sinicus pag. 159. in XV Provincia Junnam ad urbem Chinkiang, ubi hæc habet. *Ad urbis Borealem partem ad hæc usque tempora ingens conspicitur lapis, ubi Mung Rex Sinulo alterius Regis legatos excipiens, cum illi minimè satisfacerent, extracto gladio lapidem ita percussit, ut ictus ad tres cubitos penetraret, verbis insuper minacibus legatos alloquens; Ite, & Regi vestro renunciare, quales apud me gladij sint.*

Altera resistentiæ origo habetur ex difficultate recedendi; quando videlicet corpus percussum sive ratione figuræ, sive ratione molis & gravitatis, sive ratione obstaculi alicujus, aut retinaculi, sive ratione motus oppositi, nequit obsecundare motui percutientis, sed potius illum aut cohibet, aut retardat, aut reflectit; hæc enim tria accidere possunt motui percutientis ex percussi resistentiâ. Primum siquidem si corpus percussum volubile non fuerit, & in orbem incitari nequeat, sed planâ facie incumbat solo, præsertim salebroso, quò ampliori facie fit contactus, eò difficilius impelli potest. Deinde etiam si rotundum fuerit corpus, & facilis motionis principium habeat spectatâ figurâ, si tamen ingens fuerit globus marmoreus, aut æreus, tanta esse potest gravitas, ut vix, aut ne vix quidem, loco dimoveri queat. Non tamen semper facilius moventur ex percussione, quæ leviora sunt; nam si quis ex cupressu galbulum, aut
ex

ex quercu gallam decerpat, & malleo percutiat, ob nimiam galbuli, & gallæ levitatem multo infirmior erit ictus, quàm si æqualem globulum eburneum percuteret. Ad hæc, forma quidem apta esse potest, nec gravitas aut moles nimia, sed quia corpus percussum nequit percutienti cedere, nisi corpus aliud proximum repellatur, propterea augeri potest resistentia: sic sublicas acuminatas in terram adigimus fistucâ sive directas ad perpendicularum, sive pronas; sed ea potest esse telluris densitas compressionem respuens, ut sæpius cadens fistuca parum proficiat. Demum si corpus percussum antè ictum non quiescat, sed opposito motu occurrat percutienti, quò velocius movetur, & directione magis oppositâ, etiam magis resistit, & utrumque vicissim est percutiens & percussum; nisi quod percutientis vocabulum validiori conceditur. Contra verò languidior accidit percussio, si corpus percutiens assequatur aliud, quod ad easdem partes tardiùs movetur; eoque minor est resistentia, quò minor est in velocitate motuum differentia. Sic decidentis ex altitudine non modicâ lapidis ictum manu citrà læsionem excipimus, si illius motui, ubi manum attigerit, exiguo minoris velocitatis discrimine obsecundemus: hæc siquidem exigua resistentia modicum quid impetûs deterit, & quia aliquot momenta durat, ita sensim extenuatur impetus, ut demum qui reliquus est nocere non valeat.

Hoc artificio procul dubio utebatur quidam, qui ante aliquot annos, ut ex viro fide digno tanquam rem notissimam accepi, Mutinæ ensẽ eâ dexteritate in altum projiciebat, ut perpendicularis recideret mucrone deorsum converso, quem cadentem nuda manûs vola innoxie excipiebat; sed cum aliquando invitus cogeretur, ut id noctu experiretur in conclavi multis facibus illustrato, cum (deficiente constanti & clarissimâ diurnâ luce, quam æmulari non potest tremula & inconstans facium, quamvis multarum, flamma) non ita exactè assequeretur descendẽtis gladij motum & velocitatem, finem fecit ludo manum trajectam referens.

Postremum caput, ex quo resistentiæ modus desumitur in percussionibus, est ipsa positio corporis percussi, prout directè, aut obliquè, ictum excipit, hoc est quatenus linea directionis motûs, quo fertur corpus percutiens, incurrit in corporis per-

cussi superficiem ad angulos æquales, aut inæquales. Si enim ad angulos æquales opponatur Directioni motûs, cum ad neutram partem corpus percutiens declinare possit, tota vis ictus excipitur à corpore percusso. Sin autem obliquè, & ad angulos inæquales, à corpore percusso excipiat percutientis ictus, quò major erit angulorum inæqualitas, eò languidior erit percussio, minùs quippe motûs Directioni opponitur superficies percussa, quò fuerit angulus Incidentiæ magis acutus. Ut autem horum ictuum Ratio aliqua innotescat, nulla mihi congruentior methodus occurrit, quàm si philosophemur simili planè ratiocinatione, ac cùm lib. 1. cap. 14. expendimus gravitationem corporis in planum inclinatum; sicut enim ibi gravitatem cum suâ directione deorsum ad centrum gravium consideravimus, ita hîc in percussione impetum corporis percutientis, & ejus directionem accipere oportet: & quemadmodum in plano inclinato gravia obtinent momenta descendendi majora, aut minora, prout angulus inclinationis plani cum perpendicularo minor est, aut major; similiter in percussione momentum progrediendi juxta conceptam aut impressam directionem motûs iisdem tenetur legibus, juxta plani percussi obliquitatem; ac proinde minor invenitur resistantia, ubi majus est progrediendi momentum. Quare hîc satis erit recolere, quæ dicta sunt lib. 1. cap. 13. & 14. de gravitatione in plano inclinato, & in planum inclinatum, eaque percussionibus servatâ analogiâ applicare.

Cum itaque in percutiente consideranda sit & moles, & motûs velocitas, & Directio motûs, & durities; in corpore autem percusso & naturæ temperatio, & recedendi difficultas, & positio, secundum quam excipitur ictus, spectanda sit; manifestum est ex his omnibus ictuum vim temperari; atque adeò si duo ictus comparandi sint, assumendæ sunt in corporibus percutientibus invicem comparatis Rationes omnes & molis ad molem (hoc est gravitatis ad gravitatem, aut virtutis moventis ad virtutem moventem) & velocitatis ad velocitatem, & directionis ad directionem, & duritiei ad duritiem; & similiter in corporibus percussis Rationes eorum, quæ in illis considerantur: atque demum facta Rationum compositio indicabit Rationem ictuum. Hinc vides quàm multæ fieri possint hujusmodi

Rationum

Rationum complexiones ; quas si juxta earum varietatem in Propositiones digerere otium esset, in molem non exiguam hæc scriptio excresceret, sed non majore fructu, quàm si tu ipse Rationes, ut indicatum est, componas.

CAPUT XI.

Quomodo ex Percussionibus determinentur Reflexiones.

UT Percussionis natura plenè perfectèque innotescat, discipiciendum superest, quomodo ex illâ determinetur Reflexio. Motus siquidem, qui propriè est reflexus, percussionem consequitur, quatenus id, quod motu directo ferebatur, invenit obicem, ne ulterius juxta eandem Directionem progrediat: sed quia adhuc acquisitus, seu impressus, impetus superest, aliam inire viam cogitur; eoque magis reflectitur, quò majorem invenit resistantiam ortam ex utriusque corporis impenetrabilitate, atque duritie. Quòd si utrique corpori, percutienti videlicet atque percusso, summa durities inesse poneretur, ita ut in neutro ex vi percussionis ulla sequeretur partium compressio, aut depressio; aut attritio seu divisio, perfecta quoque intelligeretur reflexio, in qua corpus percutiens non nisi in transitu, citrà omnem vel brevissimam morulam, contingeret corpus, à quo reflectitur; & nulla fieret impetûs acquisiti, sive impressi, diminutio præter eam, quam secum trahit nova reflectentis determinatio opposita lineæ directionis, secundum quam priùs movebatur. Nemini autem dubium esse debet, an corpus reflexum pergat moveri ex vi impetûs adhuc residui post motum directum: nam corpus reflectens prorsus immotum & quiescens non potest impetum illi communicare; cum perpetuis experimentis doceamur nihil moveri ab alio quiescente.

Sæpiùs tamen contingit (si quis dixerit *semper*, quibus argumentis eum coarguerem manifestæ falsitatis, me non habere

candidè profiteor) non fieri puram reflexionem ex merâ resistantiâ; sed in alterutrò saltem corporum collisorum, ex percussione sequitur aliqua partium violenta compressio, aut distractio; hanc autem naturæ repugnantem partium positionem excutere dum nititur, séque in pristinum statum restituere, novum impetum concipit, quem & potest reflectens reflexo imprimere, atque in eo diminuti ex resistantiâ impetûs jacturam, aliquâ saltem ex parte, resarcire. Hinc, in rem præsentem distinguere oportet, quid inter Compressionem & Depressionem intersit: quæ enim deprimuntur, ut plumbum, cera, argilla, non resiliunt secundum superficiem, ut pristinam figuram induant; ideóque quando hujusmodi corpora in aliud impinguntur, vel aliud in illa impingitur, valde debilitatur reflexio, si modò aliqua contingere potest. Quæ verò comprimuntur, externâ vi deficiente se in pristinam figuram absque cunctatione restitunt concepto novo impetu. Exemplum ex folle pugillatorio peti potest, ut res in apertum deducatur. Cadens in subjectum pavementum folliis luforius, ritè inflatus, impeditur, ne ulterius procedat; sed quia inclusi aëris particulæ eæ sunt, quæ per vim constipari amplius possint, ideò ex illis anteriores hinc urgentur à posterioribus, quæ vi acquisiti impetûs inchoatum iter prosequuntur, hinc tellure resistente, hinc alutâ continente, inter angustias deprehensæ comprimuntur: id quod eum motum exigat, certam aliquam brevissimi temporis mensuram requirit, quo fluente, terra à folle tangitur, motûsque aliquatenus impeditur (nunquam tamen ita, ut cesset omnino motus illarum saltem partium, à quibus anteriores urgentur ac premuntur) & quò diutius hujusmodi compressio durat, eò magis impeditur motus totius folliis, atque adeò plus impetûs deperditur. Sed quoniam status ille majoris compressionis aëri intrâ follem constipato contra naturam accidit, ubi primum, debilitato impetu urgente, restituere se potest aër, impetum sibi imprimit, quo moveatur ad ampliorem locum occupandum, si facta fuerit condensatio, vel certè ad partes in pristino & naturali statu constituendas (quemadmodum alutæ contingit, cujus partes aliæ compressæ, aliæ distractæ sese restitunt) eumque id præstare nequeat motu ad terram directo, quippe quæ resistit, in oppositam partem motum dirigit;

novóque

novoque hoc impetu si non æquatur, qui resistentiâ diminutus fuerat, saltem incrementi alicujus compensatione lenitur incommodum detrimenti, & major fit motus, quàm pro Ratione residui impetûs ante percussione & compressionem concepti.

Hæc eadem proportione dicenda sunt, quando non corpus percutiens, ut follis in terram decidens, sed percussum comprimitur aut distrahitur, & virtute elasticâ se restituit; impetum enim concipiens, quo amissam figuram recuperet, etiam percutienti impetum imprimit, quo repellitur. Sic in sphæristerio immissæ pilæ si reticulum ex contortis animalium intestinis in plagas distinctum objeceris, validiùs reflectitur pila, quàm objecto batillo ligneo, intenti enim nervi illi, ex impetu pilæ inflexi, validissimè se restituant, id quod ligno non contingit, quippe quod vix elasticam hanc virtutem exercet, si tamen à pilâ impactâ quicquam inflexionis recipit, quæ compressio sit potiùs, quàm depressio. Quæ scilicet corpora eam partium texturam habent, ut minùs ferant se à priorè positione & figurâ dimoveri, illa sese majore impetu restituant.

Ex his constat, cur partium depressio officiat reflexioni corporis percutientis: quia nimirum à posterioribus illius partibus urgentur anteriores contactui proximæ, quæ interim vel quiescunt, vel multò tardiùs moventur, vel ad latus secedunt, & idcirco vel totum, vel ferè totum, suum impetum deperdunt: posteriores verò dum urgent ac premunt, moventur quidem, sed reperiunt resistentiam subsidentium partium anteriorum, atque adeò in illis pariter minuitur impetus; sæpiùsque tanta sit impetûs diminutio, ut, depressione absolutâ, partes illæ posteriores reliquum non habeant tantum impetûs, qui vincere valeat gravitatem, & reflexionem efficere; neque enim aliquid amissi impetûs compensatur ab impetu novo partium se restituentium, quemadmodum fieri diximus in compressione. Quando autem depressio partium accidit corpori, ad quod alliditur corpus percutiens, ut cùm in arenam siccam ac pulverulentam, aut in limosam terram decidit globus, tunc multum impetûs deperditur, ut dictum est superiùs de ictu, qui eò infirmior est, quò mollius est corpus percussum; reflexio autem eò major est, quò validiore ictu percutitur corpus reflectens. Quòd si utrumque corpus, tam percutiens, quàm percussum, patiatur compressio

compressionem aut depressionem, aut partium attritum, tunc multò minor est reflexio, quia dum invicem cedunt, aliquo tempore durat resistentia, multòque magis minuitur impetus: id quod adhuc magis contingit, si se invicem conterant, & particulae aliquae majores resiliant.

Quapropter cum incerta semper, & varia sit complexio hujusmodi resistentiarum & cessionum, juxta variam corporum temperationem; ut reflexionis certae regulae statuatur, semotis iis, quae percussione accidunt, considerata & assumenda est resistentia absque ullâ cessione, perinde atque si durissimorum corporum collisio fieret.

Cum itaque in reflexione, corporis duri in aliud decidentis, aut impacti, motus ad novam lineam dirigatur, nova hæc directio oritur ex lineâ directionis prioris motûs quatenus comparatâ cum plano reflectente, videlicet quatenus ad illud inclinatur, & cum eo angulum constituit in puncto contactûs. Quando autem superficies corporis reflectentis eo loco, ubi percutitur, plana non est, sed convexa (simile quid dicendum, si cava fuerit) sive sphaerica sit, sive Elliptica, sive Conica, reverâ nullum ibi est planum reflectens (nisi fortè hujusmodi convexas superficies ex plurimis planis minimis constitui fingas, quemadmodum circuli peripheriam ex infinitis lineolis rectis, quarum rectitudo sensum omnem fugiat, componi opinantur aliqui) sed communiter mente concipiunt planum, quod in puncto percussione tangeret superficiem convexam; & ex illo angulos tum Incidentiæ, tum Reflexionis definiunt.

Porro planum reflectens (quod quidem spectat ad novam directionem motûs statuendam corpori percutienti, quem ponamus esse globum) ita se habere videtur, ac si in globum quiescentem motu parallelo impingeretur ipsum planum tanto impetu, quanto impetu fertur globus adversus planum: si enim ex duobus collisis alterum quiescit, alterum movetur, ad rationem ictûs nil refert, utrum illorum quiescat, aut moveatur, modò cætera omnia paria fuerint; ad rationem verò reflexionis, quâ reflexio est, attenditur potissimum ordinatio novæ lineæ motûs, quæ ex obstaculi positione desumitur, adeò ut nova linea directionis, quatenus à plano reflectente pendet, & à

centro

centro gravitatis descendens, aut à centro Impetûs corporis impacti, certâ Ratione respiciat priorem lineam directionis. Eo igitur ipso quod concipimus planum reflectens moveri motu parallelo, hoc est servatâ positione priori positioni parallelâ, adversus globum quiescentem, manifestum est novam determinationem ex illo ortam esse versùs lineam plano perpendicularem, ex puncto contactûs erectam: nam impetus, qui ex illo plani motu imprimeretur globo quiescenti, hunc deferret per lineam jungentem punctum contactûs cum centro globi: hæc autem linea ex centro sphaeræ ducta ad punctum contactûs plani est ipsi plano perpendicularis, ut ex Sphæricis constat. Quamvis igitur res contrariò modo se habeat, scilicet planum quiescat, & globus moveatur, directio tamen, quatenus orta ex resistentiâ plani, eodem modo se habet, & est versùs perpendicularem ex puncto contactûs. Sed quia cum impetu globi ut plurimum manet adhuc prior directio, ex his duabus motionum ordinationibus oritur tertia mixta; ita ut neque ad perpendiculum reflectatur, nisi incidentiæ linea perpendicularis fuerit, neque recta institutum iter prosequatur.

Quoniam igitur ex puncto contactûs innumera lineæ exire possunt cum variâ inclinatione ad planum reflectens, nec ulla peculiaris est causa, cur ad hos potius, quàm ad illos angulos, reflectatur corpus percutiens, qui majores sint aut minores angulo incidentiæ, quem linea directionis motûs constituit cum eodem plano reflectente; reliquum est, ut angulo incidentiæ æqualis sit angulus reflexionis; hæc siquidem linea ad angulum priori æqualem reflexa unica est, quæ inter innumeras alias lineas magis aut minus inclinatæ potiori quodam jure exigitur à naturâ prioris directionis leges, quoad fieri potest, retinente. Non est autem necesse tyronem monere, duas lineas, directam & reflexam in puncto reflexionis concurrentes esse in uno & eodem plano, ut constat ex. 2. lib. 11. ab hoc autem plano secari planum reflectens, ac proinde ad lineam, quæ est duorum planorum communis sectio, referendam esse linearum illarum inclinationem.

Quare sit plani reflectentis, & plani, in quo fit motus,
Z Z z z

communis sectio linea AB, & super planum ad rectos angulos
cadat linea directionis prioris DC,



per quam movetur globus tanto
impetu, ut nisi planum obstaret,

ulteriùs procederet rectà versùs E:
Verùm quoniam à plano obsisten-
te repellitur per lineam perpendi-
cularem CD, nova hæc determi-
natio ad motum est omninò &

adæquatè opposita priori directioni DC, ideòque ictus est va-
lidissimus propter maximam resistantiam. Hinc quia ex re-
sistentiâ oritur reflexio, maxima est reflexio, quæ fit per li-
neam perpendicularem, nihil enim remanet de priori directio-
ne: in hoc quippe comparantur invicem reflexiones, ut illa
major dicatur, in qua nova motûs ordinatio magis minuit prio-
rem directionem, ut scilicet minùs pergat ad eam partem, ad
quam ferebatur motu directo corpus percutiens. In reflexione
autem perpendiculari ita tollitur prior directio, ut nullo pacto
globus, qui ex D per DC movebatur, ampliùs versùs E tendat.
Cum ergo nova ordinatio sit per perpendicularem CD
ad angulos rectos, manifestò constat, angulum reflexionis esse
æqualem angulo incidentiæ; nam omnes anguli recti sunt
æquales.

At moveatur corpus per lineam FC, & fiat incidentiæ an-
gulus FCB acutus: nisi planum resisteret, progredieretur cor-
pus juxta eandem directionem ultra C in G; quo motu rece-
dens à puncto C partim tenderet à C versùs A, partim à C ver-
sùs E, ita ut à lineâ CA distaret intervallo AG, à lineâ au-
tem CE intervallo EG; esset enim directio CG æquivalens
directioni mixtæ ex CA, & CE. Verùm nova motûs ordina-
tio à plano reflectente, quatenus opponitur ulteriori motui, est
per lineam perpendicularem CD; hæc autem priori directio-
ni FCG adversatur solùm, prout æquivalet Directioni CE
(nam quatenus æquivalet directioni CA, non illi opponitur;
globo scilicet, qui per CA moveretur, planum non resisteret,
nec illum reflecteret) ac propterea dat oppositam directionem
CD, cujus longitudinem ponamus æqualem ipsi CE. Manen-
te igitur directione per CA, & directione CE mutatâ in CD,
est

est ex utrâque mixta directio CH, secundum quam movetur corpus reflexum. Quoniam itaque directionum singularum mensuræ sunt CA, & CE, per A ducatur parallela ipsi DE; & per E, atque per D, ducantur EG & DH ipsi CA parallela. Est ergo rectangulum HE; & quia CD assumpta est æqualis ipsi CE, etiam AH & AG sunt illis æquales. Quapropter cum in triangulis CAH, CAG rectangulis, latera AC & AG æqualia sint lateribus AH & AG, atque angulus comprehensus ad A sit rectus, per 4. lib. 1. angulus ACH (qui est angulus Reflexionis) est æqualis angulo ACG: at angulo ACG æqualis est ad verticem angulus incidentiæ FCB, per 15. lib. 1: ergo angulo FCB incidentiæ æqualis est ACH angulus reflexionis.

Eadem methodo, si angulus incidentiæ fuerit ICB, ostendamus angulum reflexionis KCA esse illi æqualem; quandoquidem directio CM mutatur in CN, & manet directio CA; ac propterea directio mixta ex CN, & CA, est CK. Atque ita de cæteris.

Ex quibus observabis, quò acutior fuerit angulus incidentiæ, in reflexione ita misceri novam directionem cum antiquâ, ut magis prævaleat antiqua; nova siquidem ad antiquam, secundum id, quod de illâ remanet, se habet ut Sinus Rectus anguli incidentiæ ad Sinum Complementi. Nam si incidentiæ angulus sit FCB, & illi æqualis HCA, nova directio CD, hoc est AH ad antiquæ residuum CA, se habet ut HA ad AC: Sin autem incidentiæ angulus fuerit ICB, hoc est illi æqualis angulus reflexionis KCA, nova directio ad id, quod de antiquâ remanet, est ut KA ad CA. Est autem major Ratio AC ad AK minorem, quàm ejusdem AC ad AH majorem per 8. lib. 5. Quare quandiu angulus incidentiæ minor est semirecto, majus est residuum antiquæ directionis (attentè observa me de solâ directione loqui) quàm nova ordinatio: ubi fuerit angulus semirectus, sunt æquales; si angulus incidentiæ fuerit semirecto major, nova ordinatio major est eo, quod remanet de antiquâ directione: ubi demum fuerit angulus rectus in perpendiculari incidentiâ, nova directio ad priorem se habet ut Radius ad

ZZzz 2

igitur C cū in directione MN haberet directionem mixtam ex directione CS versus planum, & directione SB, cum impediatur à globi soliditate ne ad planum ulterius accedat, mutatâ directione CS in CR, atque retentâ priore directione SB, habet directionem mixtam CH omnino similem directioni puncti S; atque propterea CH est parallela ipsi SP. Quod si globus rotari intelligatur, loco linearum, de quibus hætenus fuit sermo, concipe plana, in quibus puncta illa suas periodos describerent in motu rotationis; & plana illa essent ad planum reflectens similiter inclinata, ut de lineis dictum est.

In cæteris verò corporibus non rotundis idem de eorum reflexione dicendum est, servatâ analogiâ, quantum ferre potest anomala eorum figura, & dispar partium positio circa centrum gravitatis aut magnitudinis; in multis enim hujusmodi æqualitas angulorum incidentiæ & reflexionis non exactè servatur. Sic hastam si obliquè contorqueas in rupem, non modò inæqualitatem angulorum deprehendes, sed vix reflexionem fieri admittes; quia videlicet extremo hastæ calce rupem tangente, reliquæ partes habentes circa centrum gravitatis inæqualia momenta, valdè turbant motum: solum autem quando hasta in planum impingitur, aut cadit, ad perpendicularum, servatâ reflexionis regulâ ad angulos rectos resilit; quia tunc partes omnes circa centrum gravitatis paria habent momenta. Hæc autem momentorum diversitas in globo non reperitur, nisi fortè aut deficiat à perfectâ rotunditate, aut centrum magnitudinis non sit idem cum centro gravitatis, adeò ut linea punctum contactus cum centro gravitatis, jungens non sit plano reflectenti perpendicularis; tunc enim perturbaretur globi reflexio.

Ex dictis satis apertè constat reflexionem non ex impetu desumendam esse, sed ex directione motus, cui opponitur corpus reflectens, juxta huius positionem perpendicularem aut obliquam: multus enim impetus aliquando officere potest æqualitati angulorum, si ex collisione corporis impacti cum corpore reflectente, aut alterutrum, aut utrumque notabiliter cedat, adeò ut non contingat sincera reflexio. Cæterum cum semper in reflexione sit nova directio priori directioni opposita, aliquid impetus perit pro Ratione oppositionis. Ex quo fit in re-

flexione ad angulos magis acutos impetum minori decremento minui, quia nova directio minùs opponitur antiquæ, & minùs impeditur motus; idcirco globus ad angulum valde acutum reflexus, si offendar in motu reflexo aliquem obicem, multò validiùs illum percutit, quàm si ad angulum minùs acutum reflecteretur, quia, cæteris paribus, majore impetu superflite ictum infligit.

Quapropter obvium est cuique rationem reddere omnium, quæ in pilæ ludo contingunt circa saltus in pavimento, in quod pila emissâ decedit, & reflexiones ad parietem, in quem illa impingitur. Duo tamen potissimùm observare placet. Primum, quando pila cadit obliqua in pavementum non procul à pariete, sæpè fit duplex reflexio, altera scilicet à pavimento, altera à pariete: ex quo fit, ut pila aliquando longè altiore saltum edat, si multum habeat impetus; quia videlicet à pavimento resiliens, si in parietem non incurreret, lineam curvam in reflexione describens vi suæ gravitatis impetum extrinsecùs impressum temperantis, citiùs deprimeretur, & magis à recto tramite deorsum deflecteret: at quia proximus ponitur esse paries, linea primò reflexa nondum differt notabiliter à lineâ rectâ; atque proinde in secundâ reflexione altiùs pila assurgit, quàm à pavimento distaret apex lineæ curvæ, quæ ex primâ reflexione describeretur; nam directio illa secunda magis elevata supra horizontem minùs permitit pilam à rectâ lineâ declinare; ut in balistarum & bombardarum globis cum majori elevatione emissis constat. Deinde quando reticulis luditur, non rarò reticulum movetur in plano aliquo horizontali, aut valde inclinato (nos Itali dicimus *Tagliare*, & *Trinciare una palla*) ita ut, dum pilam rectâ expellit, illi etiam motum quandam imprimat, quo ipsa circa suum centrum movetur: unde fit, ut, nisi pilam excipias, repellâsque antè, quàm pavementum attingat, frustra deinde saltum illius expectes juxta regulas reflexionis, quia nimirum pila terram tangens, dum pergit moveri circa suum centrum motu orbiculari, nequit à plano impediante recipere directionem illam, cujus esset capax, si solum simplici motu centri mota fuisset; motus enim peripheriæ globi contrarius est motui centri. Idem accidit quando pila leviori affricu funem perstringit; tunc scilicet concipit motum circulem, adeoque

saltus

saltus fallit. Quantum autem in motu valeat directiones commiscere, alteram centri rectam, alteram peripheriæ circula-rem sed oppositam, satis norunt, qui minoribus orbiculis ludentes globum quasi pendentem ex manu tenent, dumque illum pro-jiciunt, manu ei motum circula-rem communicant; unde oritur, quod, ubi terram globus attigerit, vel sistit se, si directio peri-pheriæ ad motum circula-rem est æqualis directioni centri ad motum rectum; vel tardiùs promovetur, quàm si solam centri directionem haberet, prout directio centri major est directione peripheriæ, quæ cum primùm terram attingit, apta est suâ con- versione retrahere centrum versùs projicientem.

Quandoquidem verò in ludicris philosophamur, liceat hîc vulgarem errorem retere- gere; quando scilicet rotundum verticil- lum impressus impetus in gyrum agit, si verticillus corruat, mo- vetur, quoad impetus extinguatur, sed ita ut videatur omnino in contrarias partes agi, ac priùs: id quod communiter tribuunt reflexioni; quia in pavementum recidit. Nullam hîc reflexio- nem intercedere, & eandem permanere motùs directionem, memini me aliquando asserentem visum fuisse pluribus, qui aderant, paradoxum loqui: sed ubi inter nos convenit eundem motum esse, quandiu circà axem ita fit convolutio, ut quæ par- tes peripheriæ verticilli præcedebant axe insistente, eadem axe inclinato & procumbente præcedant; jussi aliquas notas peri-pheriæ imprimi, ut priores à posterioribus discerni possent; de- inde verticillo corruente, & procumbente observatum est par- tes, quæ priores erant in circuitione, easdem subinde altiùs at- tolli à pavimento, atque circa axem eandem fieri conversio- nem: & quia verticilli pes quasi centrum retinet inclinatam peripheriam, illa eadem conversio circa axem facit, ut peri-pheria secundùm posteriores partes subinde attingat subjectum alveolum, adeoque ratione habitâ alveoli videatur in contrarias partes ferri ac priùs. Quare cum nulla sit nova motùs directio ex plani oppositione, nulla quoque est reflexio.

At si duo corpora sibi invicem occurrant, sibi mutuo ob- sistunt, & diminuto ex resistentiâ impetu, si quid adhuc resi- duum fuerit impetûs, qui excedat insitam repugnantiam ex gravitate ortam, fit reflexio, aut alterius tantùm, si in reliquo impetus obtundatur, aut utriusque, si fuerint sibi invicem per- cutiens

igitur globus V solum priori directioni R F opponatur, hæc mutatur in oppositam R G, manet autem directio versùs I æqualis ipsi F E, & est G H : propterea motus centri R est R H parallelus motui puncti A, quod per lineam K A incidens in Tangentem M N, reflecteretur ad angulos æquales K A N & L A M percurrente lineam A L. Simili ratione, si globi V directio sit P O, à globo R occurrente in A reflectitur centrum per rectam V S.

C A P U T X I I.

Quomodo impetus in percussione communicetur.

ANtè satisfaciendum est Physicis, quàm percussionum contemplationem dimittamus. Quoniam percussio omnis motum antecedentem exigit; motus non habetur absque impetu concepto aut impresso; ex impetu pendet ictus, quo corporis percussi resistentia aliqua vincitur, sive illud totum impellatur, sive expellatur, sive concutiatur, sive flectatur, sive comprimatur, sive deprimatur, sive dissiliat in partes earum unione solutâ, sive quamcumque aliam vim subeat; corporis percussi partes, vel omnes, vel aliquæ saltem, moveantur, & impetum recipiant necesse est, à quo motus ipse efficiatur impressi impetus intensionis respondens. Quærat autem Physicus, cuinam tribuenda sit virtus efficiendi impetum corpori percusso impressum.

Existimabit fortasse non nemo à virtute eadem, quæ in corpore percutiente insidet, ut seipsum moveat, effici novum impetum, quo corpus percussum impellatur, aut agitetur. Sed quid? si percutiens neque animans sit, cujus in potestate posita sit motio, neque juxta insitæ gravitatis directionem seipsum agat. Huic certè inhærens facultas se movendi planè otiosa est, quippe quæ prorsus immota consisteret, nisi impetum extraneum reciperet. Aliunde igitur quàm ex hac se movendi facultate originem ducit impetus corpori percusso impressus. Dein-

A A a a

de certum est corporis percutientis naturam non prius imprimere posse percussio impetum; quàm illud attingat: at in ipso percutientis appulsu ea est percussi resistantia, ut ejusdem percutientis motum ex ipsâ naturâ proventem imminuat: cum igitur natura percutientis vix seipsa movere valeat, quàm tenues habet vires ad vincendam obicis resistantiam? Præterea, nisi facta fuerit notabilis in longiore motu naturali acquisiti impetus accessio, manifestò apparet valdè languida & enervata percussio; &, quamvis sive longior, sive exiguus motus præcesserit, eadem manens virtus movendi, nec sibi dissimilis, varietatem in se habet nullam: cum tamen ex disparibus incrementis impetus in motu acquisiti dissimiles fiant percussiones: Non igitur à solâ insitâ vi movendi producit in percussio impetus.

Propterea, ut una atque eadem in percussionibus omnibus assignetur producti impetus causa, sive percutiens sponte suâ, sive per vim sibi illatam moveatur, percutientis impetum plures censent dicendum esse principium & causam effectricem impetus percussio impressi; ab illo enim, prout major fuerit, aut minor, hujus mensuram pendere satis innotuisse videtur ex quotidianis experimentis.

Verùm, ne raptim in hanc sententiam pedarius Philosophus curram, illud me remoratur, quod, sicuti eam esse constat impetus naturam, ut illico prorsus pereat, ac motus cessat omnino illius corporis, in quo prius inerat motum efficiens, ita pariter eodem momento impetum minui necesse est, eâque Ratione, quo momento, & qua Ratione illius ejusdem corporis motus ex parte impeditur. Quò igitur magis impeditur percutientis motus, eò magis ejusdem impetum minui consequens est: propterea, quo momento à percutiente attingitur corpus percussum, extenuatur in illo impetus, quia tunc illius motus impeditur; eoque minor evadit in percutiente impetus, quò majus invenit impedimentum motus. Cum autem effectui tenuitatem importet causæ imbecillitas, exiguum utique impetum in corpore percussio efficere valeret attenuatus percutientis impetus, quo momento accidit appulsus atque allisio; eoque minorem impetum reciperet corpus percussum, quò magis resistens plus inferret impedimenti motui percutientis, quippe
cujus

cujus impetus fieret languidior; neque enim quicquam juvat antiqua virtus, si nunc est effœta. Quò igitur magis resistit corpus percussum, languidiorem ictum exciperet, cum levior infirmiorque impetus in eo efficeretur à tenuiore & languidior percipientis impetu. Sed cum manifesta refragetur experientia validiores ictus à majore resistantia ortos demonstrans, quæso à Philosophis, ut in hac causâ mihi dent hanc veniam, ut patiantur me ab eorum placitis aliquantulum discedere, nec percipientis impetui tribuere facultatem effectricem impetûs in corpore percusso, lyceo quamvis reclamante; cui silentium si tantisper indicare possem, dum me audiret postulante id, quod æquissimum est, ut ne quid huc præjudicati afferat, meam fortasse in sententiam volens deduceretur.

Cùm itaque nec à virtute movendi, quæ corpori percipienti inhæret, nec ab impetu ejusdem percipientis effici novum impetum in corpore percusso, satis probabili conjecturâ dicendum videatur, quænam demum erit causâ impetûs, & eorum, quæ impetum consequuntur, in corpore percusso? Ut quæstionibus satisfiat, quas percussiones excitant, nihil se mihi offert vero propius, quàm si dicamus ex percipiente in corpus percussum migrare impetum, aut totum, aut ex parte, prout alicujus motûs capax fuerit corpus, quod motui percipientis resistit. Si totus impetus à percipiente recedat, hoc neque reflectitur ab obice percusso, neque quicquam procedit in motu: Si quid impetûs in percipiente remaneat, hoc aut juxta institutam directionem pergit moveri unâ cum corpore percusso, sive lentius illud sequitur, aut aliò reflectitur, pro residui impetûs intentione, aut vibratur, & concutitur.

Hinc quia gravissima simul & durissima corpora tantum impetûs obtinere à percipiente nequeunt, quanto opus esset, ut motum aliquem conspicuum ex percussione reciperent, propterea validissimè resistunt, & reflectunt, cùm universus ferè impetus in percipiente remaneat: in corpus enim percussum non migrat nisi impetus, qui respondeat motui, cujus illud tunc est capax. Contra verò à corporibus, quæ leviter resistunt, & facillè moventur aliquo motu, aut nihil, aut languidè reflectitur percipiens; quia illa plurimum impetûs recipiunt, & exiguus impetus in percipiente reliquus est. Hinc

pariter globus æqualem in mole & gravitate globum percutiens eâ directione, quæ per utriusque globi centra transeat, consistit in loco, ubi percutit, & percussum globum vehementer excutit; quia videlicet globus æqualis satis resistit, & capax est totius impetûs eum æquali intensione afficientis, hic destituens globum percutientem æquè velocem motum percusso conciliat, & percutiens omni destitutus impetu consistit. Sin autem percutiatur globus major & gravior; hic quidem (nisi nimia sit gravitatis aut molis differentia) loco cedit; sed quia ad motum æquè velocem plus requirit impetus, quàm illi imprimere valeat globus minor, propterea minore intensione affectus tardius movetur, & minorem globum aliquando reflectit. Si demum globus major minorem & leviolem percutiat, hic languidiùs resistens impetum recipit velociori motui congruum; & quia in globo majore adhuc aliquid superest impetûs, ille pariter pergit moveri, sed tardius.

At, inquis, impetus ex eo genere est, quod Accidentia tanquam partes complectitur: Accidentia autem ex subjecto in subjectum non transire, ipsi scholarum parietes clamant. Multa istiusmodi, non diffiteor, dicuntur in scholis: verùm an satis examinata, momentoque suo ponderata fuerint, ignoro: non pauca quippe habemus de manu, ut aiunt, in manum tradita, non ad aurificis stateram revocata, sed populari trutinæ permissa. In illis certè Accidentium generibus, quæ postremis novem Categoriis comprehenduntur, si sex demas, Relationem, Actionem, Passionem, Ubi, Quando, Situm, quos alij (liberaliter-ne? dicam, an prodigè?) *Modos* certæ naturæ, à qua avelli nequeunt, affixos appellant, alij minimo contenti, & parcius philosophantes, nihil esse præter mera nomina, aut abstractas à rebus inter se comparatis intelligentias existimant; vix tria reliqua genera Quantitas, Qualitas, Habitus constituere controversiam possunt. Et quidem de Habitu nullus videtur relictus ambigendi locus; quis enim neget potuisse Therstem eâdem Achillis galeâ, eodémque thorace armari, & regiâ chlamyde servum indui? mutatâ scilicet armorum aut indumentorum Ubicatione comparatâ cum hominis, qui armatus dicitur, aut vestitus, Ubicatione & positione. Quantitatem verò, qua locus obsidetur (nam de Numero, qui præter individua cogitationi

tioni ea complectenti subjecta nihil est, non attinet dicere) quam multi à materiâ non dividunt? quot Philosophi suam singulis corporeis rebus tribuunt quantitatem? De solâ igitur Qualitate oriri potest quæstio: cujus tamen species aliæ membrorum aut terminorum corporis collocationem & conformationem dicunt, ut Forma & Figura; aliæ particularum in extimâ superficie positionem, ut asperitas & lævor; aliæ earumdem toto corpore diffusarum complexionem, ut mollitudo & durities, raritas & densitas; aliæ non nisi intelligentiâ secretæ accidere dicuntur Naturæ, cujusmodi non paucae Naturales Potentiæ & Impotentiæ; aliæ Patibiles Qualitates aut Passiones immissione corpusculorum effluentium communicantur, quemadmodum Odores & Sapores, & fortè etiam quas Primas Qualitates vocant.

Sed quicquid tandem de hujusmodi Accidentibus asserere placeat (neque enim hîc de iis philosophandi est locus) ultro demus ea esse, quæ licèt à substantiâ distinguantur, per se tamen stare nequeant, & necessariò subjectam aliquam naturam afficiant, in qua inhæreant: verùm Qualitates omnes (nisi ex earum genere sint, quos Modos appellant, quia Actuales Determinationes, cujusmodi sunt cogitationes, appetitiones, & motus, quibus actio vitæ continetur) quid prohibet nunc huic, mox illi subjecto inhærere, quemadmodum in locum pereuntis Causæ Effectricis, cujus virtute hætenus conservabantur, aliam substitui causam, cujus vi adhuc permaneant, omnes fatemur? Nonne causâ effectrice magis indigent Accidentia, quàm Materiali & Subjectivâ? Divinâ siquidem vi accidentia à Subjecto avulsa permanere posse docemur ex Mysteriis Eucharisticis; at sinè ullâ causâ effectrice consistere nullatenus possunt: hanc subinde permutant citrà Naturæ incommodum; quidni & subjectum? Nihil igitur extra modum absolum & absurdum loquatur, qui imperum migrantem ex percutiente in percussum ita subjectum mutare dixerit, quemadmodum omnes novum imperum à percutiente malleo produci in percusso & excusso globo optinantes, aliam ejusdem imperûs, quandiu durat, causam, à qua conservetur, ultro admittunt.

Quamvis autem hoc cæteris qualitatibus ratum ac firmum esset, quod ita subjecto, cui semel inhæserint, affigantur, ut

aut in illo insidere necesse sit, aut interire; impetui tamen privatam legem à Naturâ irrogatam fuisse non est incongruum, quippe qui motui efficiendo, & locorum commutationi, tamquam proxima causa, destinatus est; si enim illi corporum translatio tribuenda est, quidni & ipse à corpore, quod jam commovere nequit ob resistantiam, in aliud corpus proximum facilius mobile transmittat, ut submoveatur impedimentum? Neque mihi videor temerè in hanc sententiam discessisse: observavi scilicet quàm multum interfit in vehementi brachij projectione, si verè lapidem manu longiùs excutias, ac si tantummodo, eadem quidem contentione, sed manu vacuâ, te lapidem jactare mentiaris: hoc enim postremum sinè dolore non accidit, quia impetus à brachio in lapidem jactandum transferendus si in brachio permaneat, hoc secum rapit, & nexum distrahit, quo tenetur cum humero colligatum. At ne fortè me potiùs opinionis commento, quàm re ductum suspiceris (quamquam & alij hunc eundem brachij dolorem experientes non semel probârunt) balistæ arcum chalybeum intento nervo inflecte, ac sæpiùs, nullo adjecto globo aut telo, quod explodat & ejiciat, submoto nervi adducti retinaculo dimitte: an diutiùs inani hoc ludo uti licebit? sexcenties utique & millies balistâ hac globos argillaceos ejaculaberis citrà arcûs detrimentum; sed non item sine incommodo sæpiùs vacuum nervum dimittes, quin arcus ipse in periculum ac discrimen vocetur, ne facilè disrumpatur: impetus siquidem, quem missili imprimere oportuit, in arcu, dum sese vi elasticâ restituit, permanens illum validiùs concutit, ac sæpiùs labefactans demum diffindit.

Quapropter, cùm ex projectionibus satis habeamus argumenti, posse impetum ex projiciente migrare in projectum, quo momento projicitur; cur non item poterit impetus ex percutiente in percussum transire, quo momento percutitur, prout hoc motum aliquem concipere potest pro impetûs Ratione?

Neque ut percussi impetum à percutientis virtute tunc primò productum adstruas, conferenda est Percussio cum Impulsione; non enim par est in Percussione aut Projectione, atque in Simplici Impulsione aut Tractione philosophandi ratio: Potentia enim corpori impulso aut raptato applicata quandiu cum illo necitur, & se, & illud movet quasi corpus unum ex utroque

que conflatum : propterea sicut muscoli in animante ossa sibi cohaerentia attollentes & se movent, & ossa; ita potentia Vecti applicata & se movet, & vectem, & pondus, atque equi curru adjuncti non modò seipsi, sed & currum, trahentes movent. At Percussio sæpè corpus percussum procul à percutiente ejicit, quemadmodum & Projectio. Quod si cum Percussione jungatur Impulsio (quæ semper Projectionem præcedit) impetus in Impulsione producit à potentiâ impellente; sed sicut momento Projectionis qui erat in projiciente impetus, migrat in projectum, quod discedit; ita in Percussione primo Percussionis momento transit impetus in corpus percussum pro ejus capacitate : quod si præterea impellatur à corpore percutiente, cujus motus juxta suam directionem procedat, & urgeat partes corporis percussi (ut in iis, quæ deprimuntur, aut comprimuntur contingit & cum sublicas, dum panguntur, fistuca ex casu non resiliens impellit) impetum aliquem habet ab impellente productum præter impetum ab eodem tamquam percutiente, ipso percussionis momento communicatum : sed qui ab impellente efficitur, non admodum multus est, si cum eo componatur, qui ex percussione habetur.

Simile quid Impulsioni, quæ Percussionem sequitur, habetur in Tractione, quam Excursus præcessit, in quo acquisitus est impetus : quo enim momento Excursus cessat, & incipit Tractio, transit impetus, & minuitur in trahente; ut si lapis in pavimento jacens fune jungatur alteri lapidi paulò minori, funis autem orbiculo versatili infideat, & lapis ille minor cadens, donec funem intendat, impetum ex motu acquirat; statim ac intentus est funis, & lapis jacens descendens lapidis motui resistit impetus acquisitus migrat ad vincendam jacentis lapidis resistantiam, atque acceptâ à trahentis motu directione cogitur ascendere, quandiu alter descendit, & hunc aliquantulum trahit; sed impetu impresso languescente in lapide graviore hic descendit, & sursum vicissim rapit eum, à quo vim passus fuerat. Sic potentia velociter languidum funem intendens multum concipit impetum, quem ponderi adnexo imprimit, dum illo destituitur, cum primùm resistantiam patitur, sed & aliam impetûs particulam trahendo producit atque efficit in pondere.

Cum

Cum igitur duplex sit in motu submovendorum impedimentorum genus, alia, videlicet, quæ inchoatum motum ab-rumpunt, alia quæ obſiſtunt, ne fiat motus; illa tollenda ſunt per impetum, quo motus continuandus fuiſſet, niſi impedimentum occurruiſſet; hæc verò ſuperat pars impetûs producta à potentiâ, quæ ſe tardiùs movet, quia vires dividit, partem impetûs ſibi reſervans, partem impertiens obſtaculo, quod removel impellendo aut trahendo. Quare nil mirum, ſi impetus, qui periturus eſſet in percutiente, cujus motus impeditur, tranſeat in obicem percuſſum, quem ſubmovendo locum relinquit ulteriori motui, ſi facultas ſe movendi ſuppetat corpori percutienti.

CAPUT XIII.

Cunei uſus promovetur.

NE quis fortè Cuneum ſolis ruſticis ad findenda ligna uſui Neſſe ſibi perſuadeat, fontes aliquos indicare placet ex quibus non levis utilitas derivatur. Ad Machinarum ſcilicet Rationem pertinet potiſſimùm motus corporis, cujus reſiſtentia ſuperatur, ſivè illa demum ex gravitate oriatur, ſivè ex nexu, quo colligatur cum proximo corpore; id quod iis contingit, quæ in corpus unum coaleſcunt, & fiſſione ſejunguntur.

PROPOSITIO I.

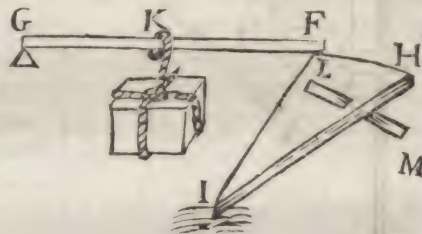
Veſtis vires Cuneo augere.

Contingit aliquando potentiam incommodè applicari veſti, ut cum hominem valde curvari oportet ad veſtem ſecundi generis ferè in ſolo jacentem attollendum; tunc ſubſidium à Cuneo non incongruè peti poteſt. Sit Veſtis A B ſubjectus foribus D C ſuis è cardinibus avellendis,

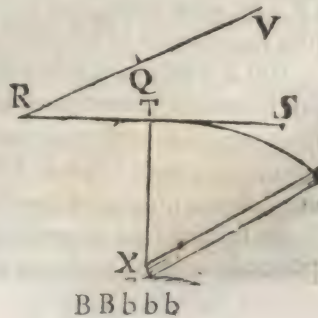
dis, ut reficiantur: hypomochlium est in A, & pondus in C. At si potentiam adeo inclinari atque curvari oporteat, ut arripiat extremum vectem B, satis manifestum est, quanto id incommodo fiat. Subjiciatur vecti in B (siquidem solum æquo mollius fuerit) asseris aut lapidis pars, quæ compressioni resistat, atque inter illam & vectem apex Cunei E immittatur. Nam si rudite cuneum percutias, vectem facile attollet, ac proinde etiam valvas in C incumbentes.



Quod si vectis secundi generis F G habens hypomochlium in G ita fuerit altius collocatus, ut ægrè brachiorum contentione attollere valeas pondus in K annexum, utere cuneo inflexo F H, quem solo in I incumbentem, & vecti in F subiectum, si propellas lateri H I, arrepto manubrio L M, applicatus, prout commodius acciderit, vectem cum pondere eatenus elevabis, quoad latus I H longius, solo ad pendiculum insistat. Vectem autem, qua parte cuneum hujusmodi contingit, ita extenuatum esse oportere, ut cunei orbitæ excavatæ congruat, ne elabatur, res per se ipsa loquitur.



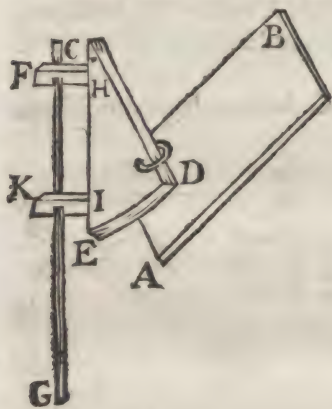
Maximè verò opportunum duxerim hujusmodi cuneo inflexo uti, ubi tertij generis Vectis adhibendus fuerit R S, & pondus annexum ex S in V sustollendum: Nam si loco Potentiæ destinato in T subjicias cuneum inflexum T P, solo in X incumbentem, & hunc urgeas ex latere X P, aut trahas ex latere T X, ubi P venerit in Q, pondus ex S erit in V.



PROPOSITIO II.

*Veſte, aut Trochleâ, aut Succulâ, Cunei inflexi
vires augere.*

INstrumenta pressoria varij generis excogitantur ; sed ad subitum usum, & non sinè compendio, uti aliquando possumus Cuneo inflexo, cui, si validius premendum sit, vestem adjice-



Vel si Vectem cuneo affigere non placuerit, ipsius vectis caput hypomochlio respondens ita collocetur, ut vectis hori-
zonti ferè paralleli longitudo transversa cadat in latus cunei DE,
séque non procul ab E decussent: hac enim ratione vecti sua
constabunt momenta, quibus momenta cunei augeantur.

At si fortè loci dispositio non ferat, ut vectis adhibeatur impellendo cuneo, trahatur ille ex D, ubi aut annulus infigatur, aut

aut foramini inferatur funis, cui deinde trochlea sive simplex, sive multiplex adnectatur, prout opus fuerit. Immo & Succula addi poterit, ad quam funis caput religetur: eruntque momenta potentiae, quae componuntur ex Rationibus Succulae, Trochleae, & Cunei.

PROPOSITIO III.

Cuneum inflexum validissimum construerè ad Vectem tum trahendum, tum repellendum.

Assumatur planum aliquod circulare circa axem per centrum ductum versatile, ita crassum & validum, ut in eo insculpi possit profundius spira, quae Vectis caput ferreo clavo capitato, & in globum rotundato, armatum contineat, ne elaboratur. Hinc enim fiet, ut in spirae cavitatem immissum Vectis caput aut propellatur, aut attrahatur, prout plani illius motus in hanc aut illam partem dirigitur: tantus scilicet erit Vectis motus, quanta erit Radiorum à centro ad spirae ambitum ductorum differentia. Ex quo oriatur tractio, aut impulsio; Radiis enim decrescentibus trahitur Vectis ad centrum, illis crescentibus propellitur à centro. Potentia igitur certae plani illius circularis parti applicata integrum circulum describit, dum vectis caput per unum spirae flexum excurrit, & tot circulos potentia describit, quot spirae flexus vectis caput subinde complectuntur. Quare comparanda est distantia à centro plani circumacti, quam in motu caput Vectis mutavit, cum universis circulis, quos potentia interim descripsit, & statim innotescet Ratio momentorum. Hinc si plano huiusmodi, in quo excavata est spira, addideris circa extremam orbitam Radios, quemadmodum Axi in Peritrochio, motus potentiae satis amplos circulos describet.

Statuamus, exempli gratia, plani circularis assumpti diametrum cubitalem, hoc est sesquipedalem, seu digitorum 24, sit autem inter spirae excavatae flexum & flexum intercapedo digitorum duum, adeo ut, peracta circulatione una, vectis caput per spiram excurrentes digitos duos à primâ suâ sede dimotum

BBbbb 2

fuerit : at potentia in extremâ orbitâ plani circularis constituta suo motu integram peripheriam circuli , cuius diameter digitorum 2 , descripserit , hoc est digitorum 75 . Motus igitur potentiae ad motum capitis vectis est ut 75 ad 2 : cui si addatur Ratio ad ipsum Vectem spectans , quatenus cum pondere comparatur , fiet Ratio Composita indicans Rationem motûs potentiae ad motum ponderis .

Quapropter etiam si ad conciliandum ponderi motum paulò velociorem , uteremur Vecte primi generis sed inverso , ita ut ab hypomochlio plus distaret pondus , quàm potentia capiti vectis applicata , adhuc haberetur non modicum momentorum compendium . Sit enim distantia potentiae in capite vectis ab hypomochlio ut 1 , ponderis verò ut 5 ; atque adeò , dum Vectis caput deprimitur digitos duos , pondus attollatur digitos decem : Componantur duae Rationes 75 ad 2 , & 1 ad 5 ; erit Ratio 15 ad 2 , & potentia spirae applicata movebit pondus huiusmodi vecti adnexum lib. 150 , quo conatu absque ullâ machinâ moveret pondus lib. 20 .

Hanc propositionem hîc potius asserere placuit , quàm in sequentem librum de Cochleâ reservare , quia hîc caput vectis excurrit per ipsam spiram , & proximè pertinere videtur hîc motus ad motum super faciem Cunei inflexi : in Cochleâ verò , prout communiter illa usurpatur , pondus movetur ad motum cylindri , cui insculpta est Cochlea . Dixi , prout communiter usurpatur , quia aliquid simile contingit Cochleæ infinitæ , ut videbimus .

PROPOSITIO IV.

*Flatum vehementem non interruptum excitare
foliis adhibitis.*

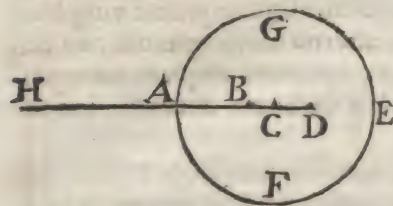
Glebam metallicam ex fodinis erutam valido igne excoquere oportet , ut metallum fluat , atque id , quod utile est , ab inutuli secernatur . Ignis autem ut ex carbonibus excitetur eâ vehementiâ , qua opus est , etiam vehementem flatum , qui ex foliis exprimatur adhibendum manifestum est omnibus :
neque

neque enim ubique commodum reperiri potest conclave hypogæum, in quod præceps delapsa aqua aërem vaporis mistum per tubum in camini focum impellat. Quare præter vulgarem & notissimam methodum folles alterno motu agitandi, ex his, quæ hujus lib. cap. 3. dicta sunt, rationem aliquam inire possumus, qua plurimum flatus in carbones accensos immittamus.

Quod ad folles ipsos spectat, non illos simplices vellem, sed singulos duplices, ita videlicet conformatos ut singuli ex binis asseribus constent invicem secundum alteram extremitatem inclinatis, quasi in angulum coituri essent, qui omnino stabiles permaneant. In ipso autem tigillo, cui firmiter infixa manent asserum illorum capita, excavatus sit congruè ductus, per quem flatus exprimitur in tubum adnexum, quo ad focum defertur: atque opportuno loco in singulis asseribus, ut moris est, foramen excipiendo aëri destinatum assario muniatur. Hos inter immotos, planum aliud simile, ad extremitatem sibilâ versatili connexum cum tigillo illo communi, adjiciatur, & cum extremis asseribus corio plicatili jungatur, adeo ut duo sint conjuncti folles, quorum alter clauditur, alter recluditur, cum ex medio hoc plano mobili exiens ansa adducitur & reducitur: hoc enim mobile planum est diaphragma sejungens folles, ne ex altero in alterum compressus aër effugiat, sed per infimum ductum in tubum erumpat, per quem ad focum devehatur. Quatuor parentur hujusmodi folles duplices, quorum bini sibi ex diametro oppositi ita statuantur, ut inter illos discus circularis congruæ magnitudinis interjectus eorum ansas subinde propellere valeat: bini autem oppositi funiculo jungantur aut loro, aut catenulâ, ansas connectente longitudinis æqualis diametro circuli: Ex quo fiet, ut operâ eadem folles unius ansâ propellatur, oppositi verò ansâ trahatur.

Porro attendendum est, quantum spatij percurrat singulorum follium ansa ultro citroque remeando, quo loco illa tangitur à circulo: hujus enim spatij semisse definietur intervallum, quo circuli centrum abesse oportet à centro, quod statuendum est, ut circa illud fiat ejusdem circuli convolutio. Huic motus centro insigendus est firmiter axis, sive ille sit communis exteriori rotæ ab aquâ fluente convolutæ, sive cui vectis opportu-

næ longitudinis adjiciatur, ut ab homine, aut à jumento con-



torqueatur. Sic ansæ motus universus. Sit ex. gr. A B circuli centrum sit C: accipiat intervalum C D subduplum ipsius A B; & erit in D infigendus axis, ex cuius convolutione circulus pariter circumagatur, & follium ansas in quatuor oppo-

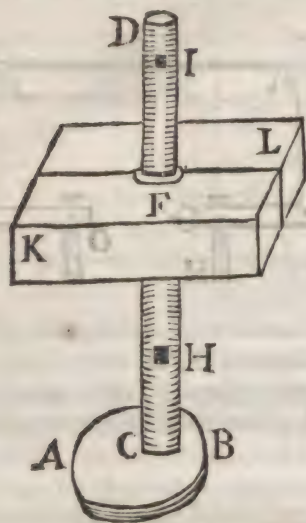
sitis punctis A, E, G, F subinde tangat, easque vicissim propellat, & trahat: Cum scilicet incipit propelli folliis ansa, quæ est in E, propellitur pariter ea, quæ est in G (si quidem conversio fiat ex E in F) atque ex adverso tantumdem trahitur quæ est in A, quantum propellitur quæ est in E; atque similiter tractio ejus, quæ est in F, est æqualis impulsioni ansæ, quæ est in G.

Si igitur circulus non sit in plano Verticali, & axem in D infixum non habeat communem cum rotâ, quæ ab aquâ volvatur, sed sit in plano horizontali, axi infixo in D addatur vectis D H, ut potentia in H vectem impellens aut trahens circumagat circulum. Quo autem loco statuendus sit vectis, pender ex loci positione, prout vel in superiori, vel in inferiori, vel in eodem conclavi folles collocantur; axis siquidem certam non exigit longitudinem, sed ea illi tribuenda est, quæ commodior acciderit. Vectis tamen longitudinem ita temperare oportet, ut, dum potentiæ movendi facilitatem affectas, nimiam tarditatem compressionis follium effugias.

Ex his satis apparet, quantum aëris impellatur in prunas à quatuor folliis, qui clauduntur, dum quatuor reliqui recluduntur, perpetuusque est flatus nunquam interruptus. Quod si potentia movens viribus abundet, & circulus fieri possit amplior ita, ut non quatuor solum folliis duplicibus, sed etiam sex aut octo similibus in gyrum disponendis commodus locus suppetat, satis vides, quantus excitari possit flatus.

Quoniam verò ex dictis infertur folles esse erigendos, ut in eorum ansas circulus horizonti parallelus incurrat, observa posse illos etiam jacentes (modò assarium superioris assieris foramen claudens

tignum KL secundum suas extremitates in pariete, aut ali-



ter, firmetur, in eoque sit foramen F capax cylindri: foramen ferreo circulo, quoad fieri possit, lævi atque polito muniatur, cui æqualis annulus cylindrum vestiens, illique affixus, respondeat. Manebit ex F suspensus cylindrus DC unâ cum adjuncto circulari disco AB. In inferiore tigni facie similiter sit circulus ferreus, & annulus, ne sursum excurrere queat cylindrus. Si tignum quidem valde distet à circulo AB, immitti poterit vectis in H; at si exiguum fuerit intervallum inter tignum & cir-

culum AB, atque tignum existat infra planum, in quo homo aut jumentum vectem impellens aut trahens movetur, vectis in I immittatur.

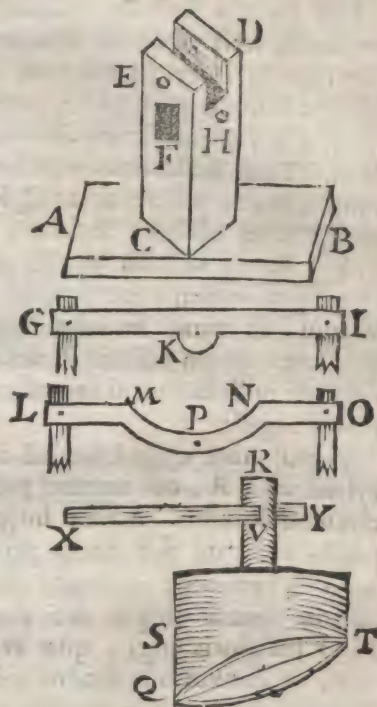
PROPOSITIO V.

Plures antlias duplices perpetuo ductu agitare.

Ubi jumentorum operâ uti oportet ad agitandas antlias, quibus aqua in superiorem locum aut attrahitur, aut impellitur, illa in gyrum agere necesse est; id quod multo tempore eget; neque enim circuitus illos currendo efficere possunt: quapropter rotarum dentatarum complexionem construere solemus, ut, dum semel jumentum suam conversionem absolvit, sæpius antliæ agitentur. Verùm minore impendio absque rotis idem fortasse assequemur, si potissimum aqua in altum propellenda sit.

Ad

Ad perpendiculum erigatur tignum, quod imo puteo innitatur, sive solidiori tigno A B putei lateribus infixo insistat brevius tignum C D, ita tamen obliquè constitutum, ut hujus anguli latera illius respiciant, quatenus hastulæ ex hoc exeuntes, medio jugo, nullum recipiant à subiecto tigno A B impedimentum. Suprema pars tigni C D ita secetur, ut circa axem in E infixum liberè versari possit jugum, cujus extremitatibus adnexæ sunt hastulæ antliarum embolos attolentes atque deprimentes. Paulò infra axem E aperiatur foramen F, cui pariter immitti queat jugum alterum versatile circa axem H infixum paulò infra crenam superiori jugo subservientem.



Porro utriusque jugi non eadem est forma: Nam superius jugum axi E infixum rectum est G I, additamento ad K auctum, ut paulo depressius sit foramen K ad recipiendum axem, quàm sint axes ad G & I, quibus junguntur cum jugo hastulæ ad embolorum motum perficiendum destinatæ. At verò jugum inferius non nisi extremitates L M & N O rectas habet, cætera inflexum est, & ad mediam curvaturam habet in P foramen, quo innitatur axi in H infixo. Quantam autem esse oporteat hujusmodi inflexionem M P N, ex hoc definies, quod ubi jugum G I in suo axe consistens horizonti parallelum fuerit, etiam inferioris jugi in suo axe H consistentis extre-

CCCC

mitates LM & NO in eodem horizontali plano cum GI convenient.

His paratis frustum cylindricum diametri (si id quidem commodè fieri possit) non multo minoris, quàm sit jugi GI intercapedo inter hastularum axes, construatur. Quod si tantæ crassitudinis lignum præsto non fuerit, plura apertè compinge, atque ferreo circulo constringe, ne dissilire valeant. Tum destinatæ embolorum depressioni atque elevationi æqualis saltem pars QS toreutæ operâ rotundetur; deinde ferrâ obliquè secetur, ut fiat ellipsis QT: cujus limbus ferreâ lamellâ exactè planâ & politâ muniatur tum ad perpetuitatem, ne lignum atteratur, tum ad faciliorem motum, ut minor sit cum subjectis ligneis jugis confictus: interiores autem ellipsis partes scalpro eximi possunt, ut factâ cavitate nullum motui impedimentum afferant tigni CD supermi anguli.

Frusto huic cylindrico ad axem firmiter inferatur minor cylindrus VR, cui immitti possit vectis XY à jumento in X circumducendus. Minor hujusmodi cylindrus methodo superius indicatâ sub finem prop. 4. suspendatur eâ lege, ut jugo GI maximè inclinato conveniat ellipsis diameter QT, minori autem ellipsis Axi convenient extremitates LM & NO inferioris jugi, quæ erunt horizonti parallelæ. Hinc fiet, ut converso cylindro subinde deveniant ad maximam depressionem, atque vicissim ad maximam elevationem, singuli antliarum emboli.

Quod si liceret in puteo, ubi aqua scaturit, aut in vase, in quod aqua influit, in altum elevanda vi antliæ propellentis, non quadratum tantum, sed hexagonum aut octogonum prismâ erigere ad perpendicularum, & in oppositis faciebus foramina excavare, quibus immitterentur inflexa juga, eâ inflexione, quæ satis esset, ut demum omnium extremitates in eodem horizontali plano convenirent, satis manifestum est tribus aut quatuor jugis posse deinceps sex aut octo antlias agitari.

PROPOST

PROPOSITIO VI.

Alia ratione plures antlias componere.

EX iis, quæ hujus libri cap. 5. dicta sunt, genus aliud ad Cuneum pertinens excogitare possumus, quo simul plures antlias agitare possit potentia, cui maximè virium copia suppetat, & valde simplex machina construenda proponatur.

Ex solidis asseribus

compingatur cir-

culus: hic in octo

partes distribuatur,

& duæ proximæ

confixum habeant

tigillum AB, cu-

jus extremitates ita

extra circulum pro-

mineant, ut incis

crenis hastulæ em-

bolo adnexæ circa

suum axem versa-

tilis sinè impedi-

mento moveri que-

ant. Tres similes

tigilli transversarij

affigantur CD, EF, GH extremitatibus similiter prominenti-

bus extra circuli ambitum, & excavatis in crenas hastularum

capaces. Hastularum verò formam suaderem, quæ prope em-

bolum essent plicatiles in dextram atque sinistram, quemad-

modum in supremâ parte, ubi transversariis cohærent, sunt

circa axem flexiles in anteriorem atque in posteriorem partem:

ex hac enim flexibilitate in omnem partem facilior oritur mo-

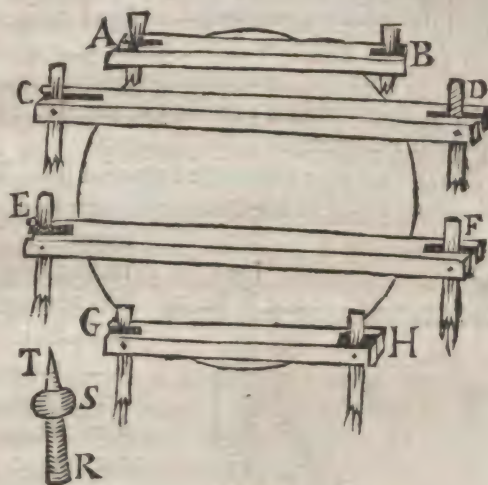
tus. Duos autem tigillos CD & EF existimo apponendos esse

transversarios, ad majorem circuli firmitatem: quamquam suf-

ficeret ad propositum finem breviores apponere ad CE & DF,

omnino similes & æquales ipsis AB & GH.

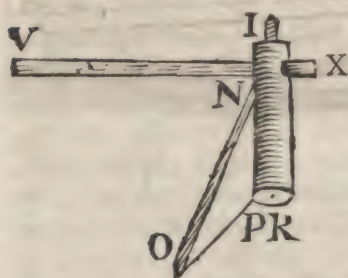
His paratis alius æqualis circulus superponatur, firmiterque



CCccc 2

cum inferiore cohæreat. Tum validus stylus ferreus R T figuræ primùm cylindricæ, deinde ad S sphericæ, demum in T definens in conum construatur, & columnæ, cui universa machina inniti debet, ad perpendiculum infigatur. Ad centrum verò circuli inferioris foramen fiat, per quod facillè globus S immitti possit, & in centro circuli superioris aliud pariter foramen aperiatur, sed tantum capax coni S T, adeò ut machina sustineatur à globo S, & in quancumque partem facillè inclinari queat: id quod etiam faciliùs continget, si foramen illud superioris circuli, qua parte globum S contingit, annulo, seu limbo ferreo muniatur. Quod si circulus ille superior crassior fuerit, quàm ut facillè inclinari possit, ne superior ora foraminis incurrat in conum, abradi poterit, quantum satis fuerit, in calathoidem, ut magis pateat, atque liberam inclinationem permittat.

Circulari hac compage impositâ stylo R S, hastulæ embolorum suis axibus adnectantur extremitatibus tigillorum prominentibus. Tum ad conciliandum



motum machinæ, cylindrus I K suo centro K innitatur apici styli T, & in superiore loco, axis I congruo foramini immissus fervet cylindri positionem perpendicularem. Sit autem in cylindri latere profundius excavata crena, cui inferi possit triangulum O P N obtusangulum ad P, quod validum sit, & cum cylindro firmissimè cohæreat: sic enim fiet, ut trianguli extremitas O tangens circumferentiam, illum à positione horizonti parallelâ removeat, & in eam partem inclinet, atque ex adversâ elevet. Potentia verò vecti V X applicata, & cylindrum volvens, alam pariter N O P circumducet; quæ aliis atque aliis subjecti circuli partibus subinde applicata illas deprimet, & ex diametro oppositas elevabit: intermediae autem aliæ deprimentur, ad quas scilicet extremitas O accedit, aliæ elevabuntur, à quibus eadem extremitas O recedit.

Quantum autem extremitas O infra basim cylindri descendere

dere oporteat, definiendum est primò ex motu, quem embolus elevatus atque depressus perficit; cujus motus medietas accipienda est: deinde attendenda est distantia basis cylindri à plano circuli, si hoc constitueretur horizonti parallelum; hæc verò distantia addenda est semissi motus emboli, ut innotescat, quantum oporteat extremitatem O deprimi infra basim cylindri. Neque cuiquam dubium esse potest, an sic definienda sit huiusmodi depressio extremitatis O; siquidem inclinato circulo tantum extremitas altera diametri deprimatur infra planum horizontale, quantum altera attollitur; hæc autem duplicata differentia dat universum motum emboli; igitur huius motus semisse definitur circuli depressio & inclinatio. Quia autem ad faciliorem motum, tùm ne cylindri crassities plano circuli inclinato occurrat, tùm ne latus PO circum tangat præterquam extremitate O, ad vitandum tritum atque conflictum partium, præstat cylindrum non proximè adhærere circulo; propterea distantia basis cylindri à centro subjecti circuli computanda est.

Porro expedire extremitatem O munitam ferreâ laminâ percurrere in subjecto circulo laminam pariter ferream exquisitè politam, non opus est monere: satis quippe per se patet. Illud cavendum est, ut modum serves in alæ NOP amplitudine; nam si nimis exigua sit, paulò difficiliùs moveret, quia nimis distat ab hastulis embolorum: sin autem æquo amplior fuerit, cùm maximam resistentiæ partem illa sustineat, subit periculum luxationis. Cæterum hoc pendebit ex circuli amplitudine, cujus diametrum constituentem esse habitâ ratione motus embolo antliæ communicandi, nemo ignorat; quemadmodum & in simplici antliâ ex hoc eodem definitur distantia hastulæ à centro motus. Quoniam enim motus ille depressionis & elevationis emboli connectitur cum motu circulari semidiametri circuli, cui hastulæ adnectuntur, cum Radium circulo tribuere oportet, ut arcus ab extremo puncto descriptus quàm minimùm differat à lineâ rectâ; sic enim faciliùs moveretur embolus. Quare arcus ejusmodi describendus est, ut illius medietas Sinum Versum habeat, quoad fieri poterit, minimum. Ponamus universum emboli motum esse unciarum 4, ejus semissem

unciarum 2 : Sit circuli Radius B D unciarum 8. Inveniatur in Canone Sinuum arcus, cujus Sinus ad Radium sit ut 2 ad 8, & est proximè gr. 14. 28' 40". Est igitur arcus ab extremâ semidiametro D describendus C E gr. 28, 57. 20"; quo bifariam diviso in D est arcus C D gr. 14. 28'. 40"; cujus Sinus C I;

& Sinus Versus I D est totius Radij B D $\frac{1}{100}$, hoc est unius uncia $\frac{1}{50}$; quæ deflexio arcûs C E à rectitudine non admodum nocet. Satis igitur fuerit, si circuli diameter sit unc. 14. & tigilli hinc atque hinc aliquantulum præter unam unciam promineant, ubi illis hastulæ embolorum adnectuntur; sic enim fiet, ut hastulæ satis commodè moveantur, maximè si longiores fuerint.

Quod si ligneis tigillis uti nolueris, sed potius ferreis prismatibus inter utrumque ligneum circulum aptè conferendis, adeò ut circuli plana sibi vicissim adhæreant, non dubium, quin multò firmior futura sit machina: hoc te monitum volo, quod circulos crassiusculos esse oportet, ut in illis opportunum foramen excavetur, quo commodè machina insistas styli globulo, & prout oportet, inclinetur.



MECHA

MECHANICORUM

LIBER OCTAVUS.

De Cochlea.

IOSTREMO loco inter Mechanicas Facultates numeratur Cochlea, non tamen postremo loco habenda, si ejus vires perpendantur; immò si cum cæteris Facultatibus comparetur, omnium efficacissima censenda erit, cæteris paribus, ut ex iis, quæ hoc libro disputabuntur, manifestum fiet. Cur de Cochleâ postremus habeatur sermo, si quis inquirat, non pauci ex iis, qui inter Mechanicas facultates cognationis nexus quosdam pervestigant, ideò post Cuneum numerari Cochleam autumabunt, quia Cochlea longior quidam Cuneus cylindro convolutus cenferi potest, cujus propterea vires ad Cuneum revocare contendunt. Mihi tamen, qui Facultates singulas ita à reliquis absolutas agnosco, ut nullo alio vinculo invicem copulentur, nisi quatenus omnes ab uno eodémque principio ortum ducunt, ea tantummodo esse videtur causa, quod reliquæ Facultates simplices sint, ac facilius parabiles, quàm Cochlea, atque hæc si solitaria adhibeatur, nec cum ullâ reliquarum Facultatum componatur, licet validè urgeat, aut trahat, eâ tamen communiter non utamur ad majores motus efficiendos, quos unâ aliquâ reliquarum Facultatum, minore operâ, consequimur.

Hûc autem non spectat Archimedeæ Cochlea ad aquam in altum evehendam instituta: est enim tubus in spiram convolutus circa superficiem conicam aut cylindricam, seu in cono ipso aut cylindro ita excavatus, ut aquam continere valeat, quam extremum tubi osculum ex subiectâ profluente hausit: dum scilicet

licet circa suum axem Conus aut Cylinder ad horizontem inclinatus convertitur, quæ ingressa fuerat aqua, per spiras ascendens ad alteram tubi extremitatem superiorem demum effunditur; atque hac ratione ad tantam altitudinem illa attollitur, quantus est Sinus anguli, quo ad horizontem inclinatur axis coni aut cylindri, posito eodem axe tanquam Radio. Hic, inquam, motus aquæ in tubo huiusmodi spirali ascendente, non est præsentis disputationis, aqua siquidem non trahitur sursum, sed semel ingressa in tubo spirali convoluto sponte descendit, donec ad supremum osculum provehatur; haud secus ac plumbeus globulus in eundem tubum immissus, si volvatur cylinder, non valens consistere in eâ spiræ parte, quæ prius infima & horizonti proxima, modò in conversione removetur ab horizonte & attollitur, suâ autem gravitate repugnans ascensui, sponte descendit per tubum tanquam per planum inclinatum, atque ita deinceps, quoad ex supremo tubi osculo erumpat. Idem planè contingit aquæ in huiusmodi tubo spirali vi suæ gravitatis subinde fluenti ac descendenti in singulis spiris statim, ac modicum quid elevata est in conversione.

Cochlea igitur, de qua hic disputabitur, ea est, quæ ad vim gravitati inferendam, si repugnet, instituta est, adeò ut corporis vim passî motus impulsui à Potentiâ per Cochleam communicato adæquatè tribuendus sit; & si quid gravitas ipsa conferrat, id planè contingens reputetur. Nomen autem Cochleæ inditum est ex simili quadam convolutione in testâ limacis, quæ in spiras contorquetur, sicut & Cochlides dicuntur scalæ, per quas in gyrum ascenditur.

CAPUT I.

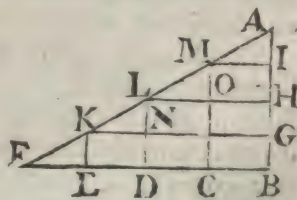
Cochleæ forma & virtus describitur.

COchlea, quam explicandam suscipimus, ex limacis testâ ceatenus solum similitudinem ducit, quatenus in spiras ducitur, cæterum animalis illius spiræ inæquales sunt, & major spiræ

spira minorem quasi complectitur, non quemadmodum helix in plano descripta, sed ferè sicut spira in coni aut globi superficie deformata. Spira autem conicè ducta, aut sphæricè, parùm utilis accideret Machinatoris institutò; cum enim, ut firmetur, inferenda sit foramini similiter in spiram excavato, majores coni, aut globi, spiræ non congruerent minoribus spiris foraminis conici aut sphærici in modum scaphij, nec per eas promoveri possent; atque minores coni, aut globi, spiræ in amplioribus spiris foraminis firmari nequirent. Oportet igitur spiram omnino similibus ductibus, atque æqualibus constare; id quod non nisi in cylindro obtinetur. Quapropter Cochlea, de qua hic agimus, est solida spira in superficie excavati cylindri efformata; quæ vitium Capreolos arboris ramum complexos imitata vulgari vocabulo *Vitis* (& fortasse aptiùs) nominatur. Receptaculum verò concavum, cui cylindrus in helicem deformatus immittitur, habetque spirales cavitates solidæ cylindri spiræ congruentes, *Matrix* dicitur, alij *Tylum*, *Cochlidium* alij, vocabulo ad hanc significationem detorto, vulgus *Matrem Vitis* nuncupat.

Ut autem spiram cylindro æqualibus atque similibus gyris circumductam intelligas, concipe triangulum rectangulum, cujus perpendiculum æquale sit dato lateri aut Axi cylindri Recti, basis verò trianguli toties contineat perimetrum basis cylindri, quoties spira cylindrum ipsum complecti debet; nam hujusmodi trianguli hypotenusa lineam spiralem omnino similiter ductam in cylindri superficie describet, si triangulum cylindro circumvolvatur.

Sit cylindri altitudo A B, ejusque basis circulari peripheriæ sit æqualis recta B C ad rectum angulum C B A constituta. Oporteat autem spiram quatuor gyris complecti cylindrum; idcirco recta B C producat, ut tota B F sit ipsius B C quadrupla: ducta enim hypotenusa F A, si triangulum cylindro circumplicetur quadruplici convoluzione, designabit in cylindri superficie quatuor spiras omnino similes & æquales. Spirarum æqualitatem & similitudinem fa-



D D d d d

cilè demonstrabis, si trianguli basim BF , & altitudinem BA , utramque in quatuor æquales partes distinxeris; deinde ex singulis divisionum punctis rectas CM , DL , EK altitudini BA parallelas, & rectas GK , HL , IM parallelas basi BF excitaveris; sibi enim occurrentes in punctis K , L , M , dividunt hypothensam in quatuor æquales partes, ut patet ex 2. lib. 6: Nimirum ut FE ad ED , ita FK ad KL ; & ut FD ad DC , ita FL ad LM ; & ut FC ad CB , ita FM ad MA : sunt autem FE & ED ex hypothesi æquales, igitur etiam FK & KL æquales: FD posita est ipsius DC dupla, ergo FL ipsius LM dupla; ergo LM æqualis est ipsi KL , aut FK : Demum FC ex constructione est ipsius CB tripla; igitur etiam FM est tripla ipsius MA ; quare MA æqualis est singulis reliquis partibus FK , KL , LM ; & tota hypothensam divisa est in quatuor æquales partes. Item in parallelogrammo KD , per 34. lib. 1. æqualia sunt opposita latera KN & ED , atque in parallelogrammo LC æqualia sunt LO & DC , quemadmodum & in parallelogrammo MB æqualia sunt MI & CB : Sicut igitur rectæ FE , ED , DC , CB ex hypothesi sunt æquales, etiam FE , KN , LO , MI sunt inter se æquales. Similiter ostendes sicut æquales sunt ex constructione BG , GH , HI , IA , ita æquales inter se esse EK , NL , OM , IA . Cum itaque triangula FEK , KNL , LOM , MIA habeant tria latera singula singulis æqualia, & similiter posita, ipsa sunt quoque æquiangula, ac proinde similiter inclinata sunt singula spiræ FK , KL , LM , MA , quæ pariter demonstrata sunt æquales. Quam similem inclinationem ostendit æqualitas angulorum ad F , K , L , M , propter linearum parallelismum. Triangulum igitur ABF suâ hypothensam FA designat in cylindri superficie quatuor similes & æquales spiras.

Verum quid juvaret in exteriori cylindri superficie spiralem lineam exquisitè descripsisse, nisi corpus ipsum cylindricum in solidam spiram deformaretur? Quapropter necessario cylindrum circumplectuntur duæ spiræ, cava altera & depressa, altera convexa & prominens; quibus similiter atque æqualiter depressæ & prominentes duæ spiræ in receptaculi seu Matricis foramine cylindricè excavato requiruntur ita illis respondentes, ut depressam receptaculi spiram subeat prominens cylindri spiræ,

spira, & vicissim prominentem receptaculi spiram excipiat depressa cylindri spira. Ex quo fit, ut convolutus circa suum axem cylindrus attollatur aut deprimatur, adducatur aut reducatur, prout opus fuerit, atque cum eo corpus basi illius proximum, seu adnexum urgeatur, aut trahatur, elevetur, aut prematur.

Vulgatissimus autem & frequentissimus est hujus Facultatis usus, ubi potissimum opus est validâ pressione, ut in prælis vinnariis ad exprimendum ex uvæ jam pressæ reliquiis tortivum mustum, apud typographos ad imprimendos subjectæ chartæ ex typis characteres, apud bibliopagos ad comprimendos libros, jam compactos, apud fabros ferrarios ad firmandas ferreas laminas limâ expoliendas, atque apud alios artifices. Quamquam & sæpissimè clavorum loco, quibus ligna, aut metallicæ laminæ configuntur citrà mallei percussione, cochleis utimur, & quidem ad validiorem atque perennem firmitatem; neque enim revelli potest cochlea, aut excuti, quemadmodum clavus. Sed tunc hujusmodi cochleæ non exercent vim facultatis Mechanicæ; eatenus scilicet validiùs, quàm clavi, duo corpora, quæ compinguntur, connectunt, quatenus multiplices in cylindruli facie solidarum spirarum ductus pluribus cavis foraminum spiris implicantur ex cylindruli convolutione; qui propterea eximi non potest, nisi in contrarium revolvatur; quandiu quidem incorruptum permanet lignum neque ex humore putrescens, neque vermiculo erodente cariosum, neque calore nimio ita discedens atque dehiscens, ut laxato foramine jam non ampliùs solida cylindruli spira congruentibus striis coërceatur.

Hinc est in sustentando pondere ex cochleâ suspensò propriè non exerceri vim Mechanicam; nihil enim ampliùs conante Potentiâ (quemadmodum in Vecte, aut Axe in Peritrochio, aut fane Trochlearum retinendo opus est, quæ pondus elevavit convuluto cylindro in cochleam deformato, sola spirarum cavæ atque convexæ complexio efficit, ut cylindrus cum adnexo pondere retineatur, ne recidat, quatenus à subjectâ loculamenti spirâ solidâ sustinetur: quemadmodum & subscudibus compagem cohibentibus accidit, quatenus securicla ex minore in majorem amplitudinem explicata decrescens recepta-

DDddd 2

culi angustis coercetur, ne excurrat; adeoque confixum hujusmodi subscude corpus grave inferius retinetur, ne à superiore disjungatur, & cadat.

Tota igitur vis Machinalis à Cochleâ exercetur in motu, quem à potentiâ illam circumagente recipit. Et sanè si potentiâ cylindrum versantis motum comparemus cum motu ponderis, quod à cochleâ urgetur, aut trahitur; statim apparebit potentiam quidem circulum describere circa convoluti cylindri axem, pondus verò rectâ moveri, prout promovetur, aut retrahitur cylindrus. Cum itaque in singulis cylindri conversionibus ejus motum definiat spiræ à spirâ intervallum; si hoc cum circulari peripheriâ conferatur, innotescet motuum Ratio, & Potentiæ momentum, quæ eò minorem in pondere resistantiam invenit, quò tardius hoc movetur. Hinc si cylindri altitudo ad ejusdem diametrum sit ut 20 ad 1, numeratâsque spiras cylindrum complectentes inveneris esse 35, rectè defines convolutionibus 35 respondere totum cylindri motum, atque adeò spiræ à spirâ intervallum esse ad cylindri diametrum ut 4 ad 7: ex quo infertur circuli peripheriam ad spirarum distantiam, hoc est potentiæ motum ad motum ponderis, esse proximè ut 22 ad 4, atque potentiæ conatum ut 4 vincere posse quamlibet resistantiam minorem quàm ut 22, spectatâ Ratione, quam infert cylindri crassities, & spirarum obliquitas.

Verùm quia non nisi parvulis cochleis, aut ubi levis conatus requiritur, ita applicatur potentia, ut cylindri superficiei applicata intelligatur, complanatâ scilicet ejusdem cylindri extremitate, quam summis digitis apprehendere valeas, communiter adhuc majus est momentum Potentiæ, quàm ut ex circuli peripheriâ basim cylindri ambiente circumscribatur; additur enim aut Radius cylindri Capiti quadrato infixus, aut aliquid manubrij rationem habens, adeò ut potentia longè majorem circulum describat, quàm sit cylindri in spiram deformati basis: ac proinde non ex cylindri crassitie, sed ex distantia potentiæ ab axe cylindri definiendus est ejusdem potentiæ circulum perficientis motus, atque cum spirarum intervallo motum ponderis metiente comparandus.

Hinc ad imprimendas metallicæ laminæ ex argento, aut auro, aut cupro imagines citrà percussione, super solido plano

no erectis atque infixis ad perpendicularum duobus ferreis pedibus ferreo pariter transversario firmatis, in quo excavata cochleæ congruens Matrix, typus inter laminam & cylindrum interjectus validè urgetur ex cylindri convolutione, & imaginem exprimit: quia videlicet superiori cylindri Capiti quadrato inferitur longior ferreus vectis hinc atque hinc productus, ut duplici ejus extremitati duplex potentia, si opus fuerit, applicetur. Quapropter ab axe cylindri ad vectis hujusmodi extremitatem ducta linea est Radius circuli potentiaæ motum determinantis; atque si hujusmodi Radij longitudo ad spirarum intervallum fuerit ut 50 ad 1, circuli diameter est 100, ejusque peripheria major quàm 314; & potentiaæ motus ad motum typi laminam prementis est ut 314 ad 1: idcirco si in vectis extremitatibus sint singuli homines perinde conantes, ac si libras 50 singuli moverent, premitur typus vi hujus cochleæ quasi à pondere librarum 31400.

Quod autem de pressione dicitur, simili ratione intelligendum est de ponderis elevatione, si fortè aut inferiori cylindri basi adnexum fuerit, aut ejus capiti impositum; sicut enim corpus prementi resistit ratione particularum constipatarum, ita elevanti repugnat ratione suæ gravitatis: utrobique igitur similem virtutem habet potentia ad vincendam resistantiam, quando utrobique eadem invenitur Ratio motuum atque momentorum. Propterea in hujusmodi cochleis, quæ infixio Radio convolvuntur, non est admodum anxie procuranda cylindri crassities, modò satis solidus sit, nec fragilis: eadem quippe est circuli à potentiaæ motu descripti peripheria, sive major sit, sive minor cylindri crassitudo, quando eadem est potentiaæ distantia à cylindri axe, ac proinde idem est momentum.

Illud quidem ad rem facit maximè, quam obliquè inclinatus sit spirarum ductus; hinc enim oritur intervalli Ratio inter proximos spirarum circuitus, quæ frequentissimi sunt, ac brevi intervallo disjuncti, si linea spiralis sit maximè inclinata, rari autem atque notabiliter sejuncti, si illa fuerit ad majorem angulum (acutum tamen) erecta: Est nimirum hujusmodi intervallum æquale Tangenti anguli inclinationis, posito Radio ambitu basis cylindri; ipsa autem spira est ejusdem anguli Secans. Quare datâ cylindri diametro, invenitur peripheria basis; &

dato spirarum intervallo, invenitur angulus huic intervallo tanquam Tangenti oppositus, scilicet inclinatio spiræ, & hypothenusa tanquam ejusdem anguli Secans dat ipsius lineæ spiræ longitudinem.

Quod si totius lineæ spiralis universum cylindrum complectentis lineam desideras, toties peripheriam basis multiplicas, quot sunt spirarum circuitus, & habebis Radium; cylindri altitudo dabit Tangentem, cui respondens Secans indicabit totius spiræ integram longitudinem. Sit ex. gr. cylindri altitudo ped. 3. hoc est unciarum 36. ejus diameter unciarum 7; ergo basis perimeter unc. 22: Spirarum circuitus sint 25: igitur ductâ perimetro 22 in 25, habetur 550 tanquam Radius, & 36 tanquam Tangens: igitur ut uncia 550 ad uncias 36, ita Radius 100000 ad 6545 Tangentem gr. 3. m. 45. cui respondet Secans 100214: Quare ut 100000 ad 100214, ita uncia 550 ad uncias 551 $\frac{177}{1000}$ longitudinem totius lineæ spiralis; quam, si careas Canone Trigonometrico, etiam habebis ex 47. lib. 1. addendo quadrata numerorum 550 & 36, erit enim horum summa quadratum, cujus Radix dabit eandem quæsitam spiræ longitudinem.

Cum autem hæc spiræ longitudo, sive universa, sive particulatim assumatur, semper longior sit, sive multiplici, sive singulari perimetro circuli, qui est basis cylindri, utique motus potentia, ejusque momentum, non ex hac spirali lineâ desumendum est; neque enim ipsa esse potest mensura motus potentia cylindro applicatæ ad ejus diametri extremitatem. Hinc est mihi non aridere eorum sententiam, qui cochleæ vires referunt ad planum inclinatum, quod ab ipsâ lineâ spirali repræsentetur. In plano siquidem inclinato momentum gravitatis, ad ejusdem gravitatis momentum in perpendiculo, se habet reciproce ut perpendiculum ad ipsam lineam inclinatam; ac propterea eandem Rationem servant conatus Potentiæ moventis pondus aut in perpendiculo, aut in plano inclinato. At hic potentia non movetur juxta lineæ inclinatæ longitudinem, sed breviori motu juxta basim trianguli rectanguli, cujus hypothenusa est ipsa linea inclinata: Igitur potentiæ momentum aliquanto minus censendum est, quam pro Ratione plani inclinati. Adde momenta gravitatis ponderis alicujus tunc solum fieri

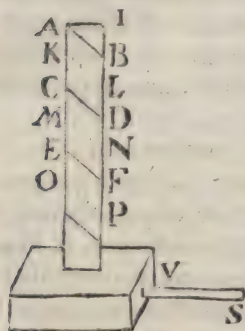
fieri minora in plano inclinato, quando illi infistit, & deorsum nititur premendo ipsum planum: at si pondus idem incumbat plano horizontali, verum quidem est planum verticale, quod adversus pondus moveatur non secundum directionem, quæ recta occurrat centro gravitatis ejusdem ponderis, sed obliquè, minus invenire resistentiæ: sed pondus illud propriè non movetur super plano, licet ab eo obliquè repellatur; & potius planum movetur juxta pondus: hæc verò si pondus in plano horizontali jacens sit adnexum cochleæ trahenti, aut oppositum cochleæ repellenti & urgenti, non movetur obliquè, sed motu directo: non igitur movetur super planum inclinatam.

Porrò unum est in Cochleâ quodammodo singulare, quod in nullam aliam Facultatem æquè convenire deprehenditur: Cum enim requiratur & cylindrus in helicem inflexus, & Matrix illi congruens, ita ut alteri quies, alteri motus debeatur; perinde est si matrice immotâ cylindrus convertatur, atque si manente cylindro matrix ipsa convolvatur, modò Potentia æquali Radio utatur, sive cylindri capiti, sive Matrîci infixio: eadem siquidem sunt potentiæ momenta, & æqualis motus ponderis; æqualiter enim promovetur matrix in cylindro stabili, atque cylindrus in Matrîce immotâ. Id quod maxime locum habet, ubi opus est compressione, & vulgatissimus est apud varios artifices usus.

Jam verò quod ad diuturnitatem spectat, diffidendum non est cochleam frequenti usu atteri, est enim perpetuus illius cum suâ Matrîce confictus, quamvis plurimum juvet, si smegmate, aut pingui aliquo humore inungatur, quo lubrica fiat, ut facilius convolvatur, minusque atteratur. Deinde quamvis unica spira matrîci sufficiat, ut vel ipsa, vel cylindrus promoveatur, aut retrahatur, nihilominus facilius labem patitur, quàm si plures in spiras fuerit excavata: cum enim aut à gravitate ponderis sustollendi, aut à partium constipatione repugnantium compressioni, ipsa unica resistentiam inveniat, utique vel ponderis gravitas ipsi uni innititur, vel potentiæ conatus, reluctante corpore comprimendo aut trahendo, in illam solam effunditur. Propterea expedit alteram saltem, aut tertiam spiram addere, ut diviso in plures conatu firmitati consulatur.

Eandem ob causam aliquando cylindrum complectitur non
unica

unica spirarum series, sed & alia illi parallela additur (nec quicquam prohibet, quin & plures duabus sint huiusmodi parallelarum spirarum series) ut multo validior ac firmitior sit cochlea, ne facile spira aliqua dissipetur, aut si qua labefacteretur, nullum sequatur incommodum, alterâ spirâ parallâ ejus vices sup-



plente. Sic spiræ A B C D E F parallela statuitur altera ab I incipiens, & per K L M N O P, simili lapsu serpens. Ex hac tamen multiplici spirâ non augetur momentum potentiæ applicatæ Radio V S; neque enim circulus à potentiâ in S applicatâ descriptus comparandus est cum A K, sed cum A C; unicâ siquidem cylindri convolutione promoveretur cylindrus non ex A in K, sed ex A in C. Propterea oblato cylindro in Cochleam deformato dili-

genter attendendum est, utrum plures sint spirarum series, an unica; ne fortè ex brevi inter proximas spiras intervallo perperam conjicias lineam spiralem magis inclinatham, quàm reipsa fit; prius enim dijudicandum est, an illæ proximæ spiræ ad eandem Helicem spectent; attenditur scilicet intervallum spirarum ad eandem seriem continuo ductu pertinentium.

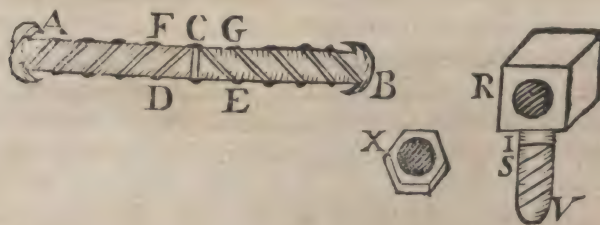
CAPUT II.

An utilis sit Cochlea duplex contraria.

Quamvis ad superandam modico labore resistantiam non modicam corporis, quod Cochlea urget, aut trahit, huiusmodi Facultas sit potissimum excogitata, sæpissimè tamen cochleam adhibemus non ad vincendam resistantiam, quæ aliquando tenuissima est, sed unicè ad motum ita temperandum, ut pro opportunitate exiguus sit; neque enim musculorum motum ita attenuare pro arbitrio potest homo, ut semper quàm minimus

minimus contingat : propterea deformato in cochleam cylindro utimur , ut majori potentia motui minor motus in corpore movendo respondeat. Sic ad excipiendas objectorum corporum species opticas aut lumen , cum non eadem semper tubospecilli longitudo opportuna sit pro varia tum objecti distantia , tum oculi conformatione , prudenter ab aliquibus extremus tubulus , cui lens ocularis inseritur , in spiram contorquetur , ut facilius & citius justam longitudinem assequantur : id quod ægrè obtinerent , si rectà tubulum illum adducerent , aut reducerent , ut satis experientia constat.

Hinc aliquando contingit oppositos motus conciliandos esse duobus corporibus ita , ut aut ad se mutuò accedant , aut magis invicem disjungantur , sive illa motui valde repugnent , sive sola motus tarditas requiratur. Propterea ejusdem cylindri longitudo in duas helices distinguitur , quæ simili quidem ductu cylindrum circumplectuntur , sed illis in diversa abeuntibus , unius spiræ non sunt alterius spiræ parallelæ ; quæ eatenus contrariæ vocari possunt , quatenus oppositos motus efficiunt , neque ex sunt , quæ in unam continuam spiram coalescere queant.



Ex cylindri A B medio puncto C exeant duæ spiræ ad easdem partes inclinatæ , hinc C D versùs extremitatem A procedens , hinc verò C E versùs extremitatem B ; utraque enim suam matricem habens , cui inseratur , dum convolvitur cylindrus , matricem longius à medio promovet , aut ad medium attrahit ; atque cum matrice adnexa corpora simili & æquali motu moventur. Hinc si utraque matrix proxima sit medio puncto C , ex primâ convolutione cylindri altera per C D removetur usque in F , altera per C E in G ; atque adeò sicut matrices moventur per C F , & C G , ita eadem mensura corporum adnectorum E E e e e

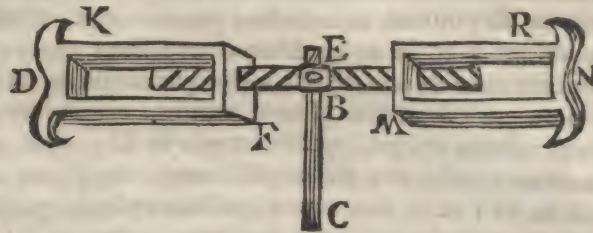
motum metitur, quæ invicem removentur intervallo F G ; & ita deinceps in cæteris cylindri convolutionibus.

Quod si movendorum in oppositas partes corporum resistentia exigua sit, satis fuerit extremitatibus cylindri ansulas apponere, quibus circumactis cylindrus ipse in cochleas deformatus convertatur. Sic antè annos ferè quadraginta (cum non arderet vulgaris tunc apud artifices circinorum forma, qui interjecto elatere crura divaricant ; sed inflexam in arcum cochleam alteri crurum infixam, & per alterum trajectam, decurrente matrice exterius appositâ, dilatationem moderatur artifex) jussi mihi parari absque ullo elatere circinum, quem ipse dilatarem atque contraherem pro arbitrio, cochleam hujusmodi duplicem in hanc atque in illam partem convertens. Ad trientem totius longitudinis à nodo, singula crura cylindricum foramen habent, ut singulis inferantur cylindruli congruentes exquisitè politi, quorum superiori extremitati sunt adnexæ cochlearum matrices, inferior extremitas extra circini soliditatem exiens in helicem definit, ut appositâ matrice cylindrulus intra foramen contineatur. Hujusmodi est cylindrulus I S crassitiei circini respondens, superior pars est matrix R, infima extra circini soliditatem in helicem deformatâ est S V, cui addita matrix X continet cylindrulum intrâ foramen, cui inditus est, ita tamen, ut cylindruli ipsius opportunam convolutionem non impediat. Duæ igitur matrices, cujusmodi est R, coaptantur duplici cochleæ ejus deinde extremitatibus, ad facilem conversionem, ansulæ adduntur, adeò ut illæ matrices non sint exemptiles. Quare utrique crurum circini foramini, utriusque matricis cylindrulus I S inferatur, & inferius matrice X firmetur : Nam convertendo cylindrum in duplicem cochleam deformatum, circini crura divaricabis, aut adduces, ut libuerit. Neque quicquam officiet cylindri restitudo, quia matricum cylindruli I S pro opportunitate volvuntur. Hinc circino eodem uti poteris absque cochleâ, deduci enim hæc potest, exemptis matricibus è foramine, cui inferuntur.

At verò si validiore conatu opus fuerit, ad medium cylindrum, ubi cochlearum spiræ incipiunt, oportebit foramina excavare, quibus immitti queat vectis, ut potentia motus

tus

tus ad ponderum motum habeat majorem Rationem. Sic



duplici cochleâ cylindro circumductâ ad medium E sint foramina, quibus vectis B C subinde inferri possit : duo autem membra F D, & M N ex materiâ satis solidâ, qua extremitate respiciunt vectem, matricem habeant cochleæ congruentem, ut ex vectis & cochleæ conversione aut ad se invicem accedant, aut sejungantur : reliqua extremitas exterior D & N cava sit, ut corpus repellendum comprehendatur, reflectatur verò quasi in uncus K & R, ut si duo corpora attrahenda fuerint, iis apprehendantur, sive proximè & immediate, sive funibus adnexa.

Quanta sit hujus instrumenti vis, etiam ad frangenda aut dilatanda ferrea clathra, hinc patet, quòd, longiore vecte addito, potentiae momenta notabiliter augentur ; quia potentia percurrit peripheriam circuli, cujus Radius à cylindri centro ad vectis extremitatem producit, pondera verò non nisi pro spirarum intervallo moventur. Ubi tamen advertendum est, utrum cylindrus ita sit alicui loculamento insertus, ut ejus medium D E nec ad dexteram, nec ad sinistram declinare queat, an verò liber omnino sit. Si enim interjectum movendis corporibus instrumentum omnino liberum sit, pondera verò movenda inæqualiter resistent comparatis, aut eorum gravitatibus, aut momentis ratione planorum non uno modo inclinatorum, aut ex disparili superficierum asperitate, non sequitur æqualis eorum motus, sed qua parte major invenitur resistentia, minor quoque est motus ; quamvis utrumque æqualiter distet à medio cylindri, quod repellitur quodammodo ad eam partem, ubi levior est resistentia. Si enim ad N sit aliquid obstans motui, ut paries, aut firmi-

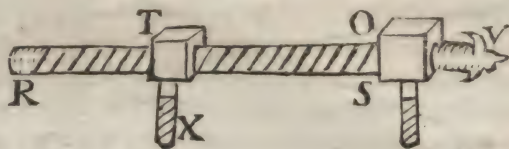
E E e e 2

ter infixus paxillus, ad D verò corpus aliquod repellendum; utique ex vectis B C conversione etiam cochlea convolvitur, & corpus in D positum tantumdem promovetur, quanto intervallo absunt F & M ex cochleæ conversione; nam propter impedimentum in N existens, nullo pacto ipsum M movetur. Sin autem corpus in N non omnino reluctetur motui, sed tamen resistat magis, quàm corpus in D, illud quidem aliquantulum repellitur, sed multò magis repellitur corpus, quod est in D; & in hoc motu medium cylindri punctum E ad eas partes accedit, ad quas movetur corpus in D repulsum. Quod si medium E ita esset loculamento aliquo conclusum, ut positionem mutare nequeat, sed solum convolvi possit, tunc utrumque corpus æqualiter repellitur, quia spirarum intervalla in utràque cochleâ æqualia sunt. Hinc patet posse fieri motus inæquales, si spirarum inclinationes non fuerint æquales; minùs enim movetur illud, quod spiris spissioribus urgetur.

Quamvis autem hujusmodi duplex cochlea ad duo corpora disjungenda aut attrahenda sæpè utilis sit, ubi tamen exiguus motus requiritur, sive ad augenda potentiaè momenta, sive ad affectandam tarditatem, præstabit simplicem cochleam adhibere. Nam in duplicis cochleæ conversione disjunguntur, aut ad se invicem accedunt matrices (ac proinde & corpora, quæ moventur) quantum est duplex intervallum, quo spira abest à spira; singulis nimirum cochleis suum respondet intervallum: at in simplici cochleæ conversione motus respondet simplici duarum proximarum spirarum intervallo; ad quod idem potentiaè motus majorem habet Rationem, quàm ad duplex intervallum. Quare satis est, si alterutrum membrum cochleam includens longius sit, & matricem habeat; reliquum membrum, ut M N, brevius esse potest, quantum opus fuerit ad recipiendum cylindri caput extenuatum in minorem cylindrum, intrà foramen cylindricum exquisitè politum, ut facillimè converti possit: ita verò caput illud muniatur, ut ex loculamento extrahi nequeat, quando utendum fuerit instrumento ad corpora attrahenda: nam ad illa disjungenda cum addhibetur, satis reluctatur major diameter cylindri in cochleam

chleam deformati , ne intrà foramen ulteriùs excurrat.

Simili planè ratione ad divaricanda aut contrahenda circini crura , uti poteram unicâ & simplici cochleâ R S : cylindri illius extremitas extenuetur in minorem cylindrum exquisitè lævigatum , qui prominentis capitis O foramini cylindrico pariter polito inferatur , & exteriore ansula V converti pro arbitrio possit. Alterius clavi T X caput T



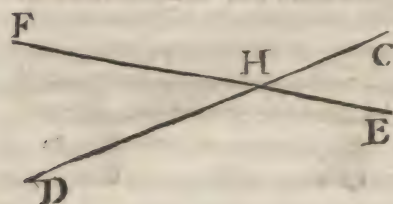
matrix habeat cochleæ congruentem : nam conversa ansula V adducet clavum T , & cum eo crus circini , ad O , aut ab hoc illum removebit , & crura divaricabit : & quidem faciliùs licebit minutam in accipiendis punctorum distantiiis subtilitatem persequi ; quandoquidem uni integræ conversioni cylindri respondet unicum spirarum intervallum , non autem duo intervalla hujusmodi , quemadmodum cum duplex est cochlea.

Quæ verò hîc dicta sunt , in pluribus aliis locum habere possunt , in quibus pro opportunitate modò simplicem , modò duplicem cochleam prudens Machinator adhibebit : Et quidem si duplex futura sit cochlea , nequè æquali motu movenda sint in oppositas partes corpora , cochleas ipsas non simili , sed inæquali , spirarum inclinatione formari jubebit. Cochleam autem ipsam opportuno loco statuet : & si fortè corporum ipsorum motus paulò velocior aut major requiratur , quàm ferat ipsa cochleæ convolutio , duobus vectibus decussatis , & circa axem in decussatione versatilibus uti poterit , atque cochleam cum suis clavis & matrix (ut superius de circino dictum est) non procul à decussatione collocabit ; nam modica illius convolutio non exiguum motum tribuet corporibus in vectium illorum extremitate positis , quippe quæ à decussatione magis distant , quàm cochlea.

At , inquires , hoc idem Ergatâ præstari poterit : si enim funes breviorum brachiorum extremitatibus C & E adnexi

E E e e e 3

connectantur cum Ergatæ cylindro, ex hujus conversione ac-



cedent ad se invicem extremitates C & E, ac propterea etiam velocius corpora in F & D movebuntur. Ita planè: non difficile: sed si extremitates C & E proximas disjungere oporteat, adeone promptus

erit Ergatæ usus, quin alio artificio opus sit, ut hujus ope disjungantur? Præterquam, quod sæpè multum spatij ad collocandam Ergatam requiritur; si maximè opus sit illi pegma construere. Quid verò si vectes ipsi promovendi sint, non retrahendi, ut in rebus scenicis contingere potest? Quid si in sublimiore loco res perficienda sit? quàm incommodè opportuna Ergata satis longo vecte instructa ibi parabitur? Sed illud potissimum attendendum est, quod vis cochleæ longè major est; nam in Ergatâ Ratio motûs potentia ad motum ponderis est eadem cum Ratione peripheriæ ab extremitate vectis descriptæ ad cylindri ambitum, hoc est longitudinis vectis usque ad axem cylindri, ad ipsius cylindri semidiametrum: at in cochleâ peripheria ab extremo vectis descripta non comparatur cum ipsius cylindri perimetro, sed cum proximarum spirarum intervallo, quod sæpissimè minus est (saltem potest esse minus, si magis inclinata & spissæ sint spiræ) quàm cylindri diameter, aut ejus perimenter: ac proinde major est Ratio motûs potentia ad motum ponderis.

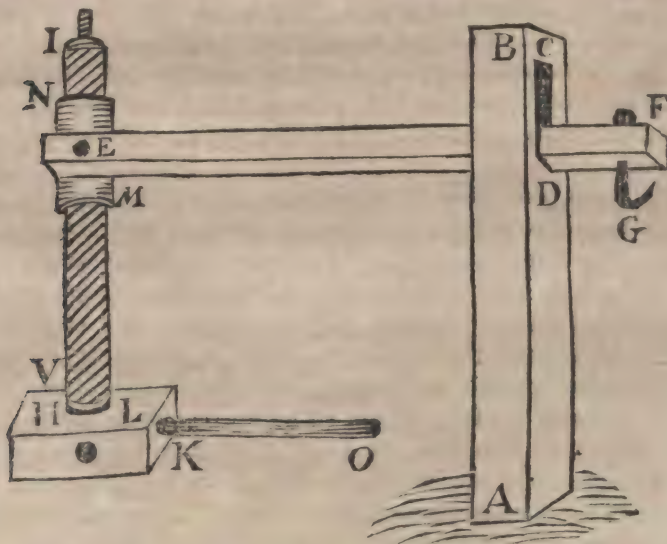
CAPUT III.

Cochlea cum Vecte, atque cum Axe componitur.

Contingere potest aliquando onus Vectis elevandum esse, tantam verò illius gravitatem deprehendi, ut sufficiens Vectis longitudo non suppetat pro ratione operarum, quas adhibere

adhibere possumus, aut saltem ea sint loci angustiae, ut neque huiusmodi Vectis longitudinem, neque operarum multitudinem capiat: plures autem Vectes componere omnino incommodum sit, quia, ut in loco dictum est, minimus fieret oneris elevandi motus. Praestabit igitur Cochleam Vecti addere, ubi maximè frequens futura sit huiusmodi ponderum elevatio, quemadmodum propè telonia, ubi ingentes mercium sarcinae attollendae sunt, ut plaustris avehendae imponantur, aut ad vectem ex iis deponantur.

Erigatur tignum AB ad perpendiculum firmiter infixum plano subiecto, tanta verò sit crassities tigni, ut in eo excavari



possit crena CD, per quam tignum aliud EF immitti facile valeat adeò solidum, ut Vectis munere fungatur, ubi extremo unco G funibus adnexum fuerit onus. Ut igitur facillimè oneris elevatio perficiatur, cochlea HI prismati HL infixa (satiùs fuerit, si ejusdem ligni pars in prisma, pars in cochleam deformatur) ad perpendiculum erigatur inserta matri N M: sit autem ita solida matrix, ut illi adnecti queat tignum EF clavo E, circa quem facile versari possit tignum ipsum, quando attollitur aut deprimitur. Demum subiecto prismati HL

non

non solum in quatuor faciebus insint foramina, quibus immitatur Radius KO , verum etiam in infimâ basis parte, qua respondet axi cylindri in cochleam deformati, sit polus, circa quem convolvi possit: Hic tamen (ut satis manifestum est) intra ferream laminam ritè applumbatam lapidi in terrâ firmissimè defixo, aut certè adeò gravi, ut longè omnem elevandarum sarcinarum gravitatem vincat, ita contineri debet, ut indè nullo pacto eximi valeat, neque à prismate avelli.

Quod si non fuerit inter pavementum & laqueare intervalum enorme, facilius erit congruam trabis partem in cochleam deformare, illamque basi imponere (cujus altitudo commodam Radij KO conversionem præstet) atque circa duos polos, alterum eidem subjectæ basi, alterum lacunari infixum, convolvere. Aut saltem proximo parieti infigatur tignum horizontale, quod prominens excipiat superiorem polum, atque prohibeat, ne vi ponderis ex unco G dependentis, in altum abripiatur cochlea.

Hic vides compositam cum Vecte Cochleam, quæ Vectis vires notabili incremento auget. Est autem vectis hypomochlium in eâ incisæ aut insculptæ crenæ parte, quæ cochleam respicit, quando pondus attollitur, & vectis caput F supra lineam horizontalem elevatur; secus verò, quando deprimitur vectis infra lineam horizontalem, tunc enim hypomochlium est in D . Sit igitur hypomochlium ad totius longitudinis EF bessè; ac proinde Ratio motûs potentiæ in E , ad motum ponderis in F , est dupla. Ponamus Radij KO extremitatem O ab axe cylindri distare intervallo saltem decuplo intervalli spirarum cochleæ HV : ergo potentia describens peripheriam circuli, cujus diameter est $2O$, habet motum, qui est, ut minimum, ut 62 ad motum HV , hoc est ad motum extremitatis E : hujus autem motus est duplus motûs ponderis in F : igitur motus potentiæ est ad motum ponderis ut 124 ad 1 . Quare ut major sit motus ponderis, poterit hypomochlium minus abesse ab extremitate E ; vix enim tales sunt sarcinæ, quæ ut moveantur, citrà laborem sustentandi, indigeant 60 hominibus.

At si loci ratio ferat, suaderem potius Vectem secundi generis, ita ut altera vectis extremitas insisteret tigno AB , & pondus inter tignum & cochleam interciperetur: sic enim quò
pondus

pondus esset propius cochleæ, ad maiorem altitudinem attolleretur, licet maiore conatu; sed cochleæ vis abundare videtur, & Vectis secundi generis semper auget momenta.

Nec dissimili ratione Vectem manu tractabilem ita cochleâ instruere possumus, ut ad ingentia pondera movenda satis sit.

Finge siquidem revellendas suis è cardinibus ingentes allicujus basilicæ valvas, ut reficiantur; ferreus vectis AB paretur extremitate A subjiciendus ponderi, & altera extremitas B in matricem cochleæ excavetur: in hanc



immittatur cochlea CD, manubrium habens CE: atque ut cochlea facilius convertatur, neque pavementum atterat, paratam habeto ferream laminam H, quæ illi subjiciatur. Nam si ponderi supponatur vectis ex. gr. in F ad totius longitudinis sextantem, manubrij autem longitudo CE sit saltem decupla intervalli spirarum cochleæ, utique peripheria descripta à potentiâ in E, ad elevationem extremitatis B, est saltem ut 62 ad 1: elevatio autem ipsius B, ad elevationem ponderis in F, est ut 6 ad 1: igitur motus potentiæ ad motum ponderis est ut 372 ad 1. Quapropter, etsi initio parùm attollantur fores, & subjecto cuneo, ne recidant, atque revolutâ cochleâ deprimendus, ac promovendus sit vectis, ut pondus sit in I, puta ad totius longitudinis quadrantem aut trientem, adhuc potentiæ momenta erunt ut 248, aut 186 ad 1: quæ sanè exigua non sunt pro simplici hujusmodi machinulâ.

Huc pariter spectat præli genus in meâ patriâ vulgare (in locis potissimum montanis, ubi facilius ingentes lapides non procul advehendi suppetunt) quo ex uvæ jam calcatæ reliquiis tortivum mustum exprimitur. Roboris, quoad fieri potest, longissimum truncum unâ cum imo caudice assumunt, & ita ramis omnibus spoliant, ut tamen bifurcum relinquunt, quatenus

FFfff

bifidæ illi extremitati inniti, atque connecti valeat matrix cochleæ, quæ convertatur circa polum ingenti subjecto lapidi insistentem, sed eâ ratione, ut demum etiam lapis attolli queat. Truncum verò illum, qui præli munere fungi debet, præter extremum caudicem crassissimum, dedolant, ut inter bina tigna hinc atque hinc in alvei lateribus ad perpendicularum erecta interjectum prælum attolli ac deprimi possit citrà impedimentum, quod alioqui ipsa rudis asperitas pareret. Porro tigna illa bina erecta, aut ex adverso rotundis aliquot foraminibus perforant, quibus immitti possit crassiusculus cylindrus, seu ferreus vectis, aut illa incidunt patente crenâ, cui inferi valeat repagulum; eo consilio, ut alterutra præli extremitas pro opportunitate prohibeatur, ne ascendat, aut descendat. Quare convoluta cochlea attollit matricem, & opposita præli extremitas amotis omnibus subjectis repagulis sensim descendit: ubi autem eò venerit, ut non absit ab altitudine eorum, quæ in torculari calcanda sunt, immittitur superius repagulum, ne amplius attolli valeat; Tum revoluta in contrarium cochleâ matricem cum præli extremitate deorsum trahit: & quoniam reliqua extremitas attolli nequit obitante repagulo, premuntur uvæ, & in Lacum defluit mustum. Ubi demum adeò compressa fuerint vinacea, ut facilius sit lapidem cochleæ adnexum attollere, quàm illa magis comprimere, ex cochleæ conversione attollitur lapis; quem ad mediocrem altitudinem elevatum pendere diutius permittunt, ut, lapidis gravitate deorsum conante, à prælo exprimatur, quantulumcumque musti adhuc vinaceis inest. Duplex igitur hic consideranda est pressio: altera quidem vi potentie cochleam volventis; & hic cochlea cum vecte secundi generis componitur; est enim prælum vectis, cujus hypomochlium est in eâ extremitate, quæ repagulo prohibetur, ne attollatur; potentie autem vectem huiusmodi deprimentis vices obit cochlea claviculatim striata; quæ tamen motus originem non habens sibi insitam, potentie munus & nomen relinquit vectiariis illam versantibus. Altera pressio fit, cessante convolutione cochleæ, vi gravitatis lapidis suspensi; & tunc non nisi Ratio vectis intervenit, atque Potentia est ipsa gravitas.

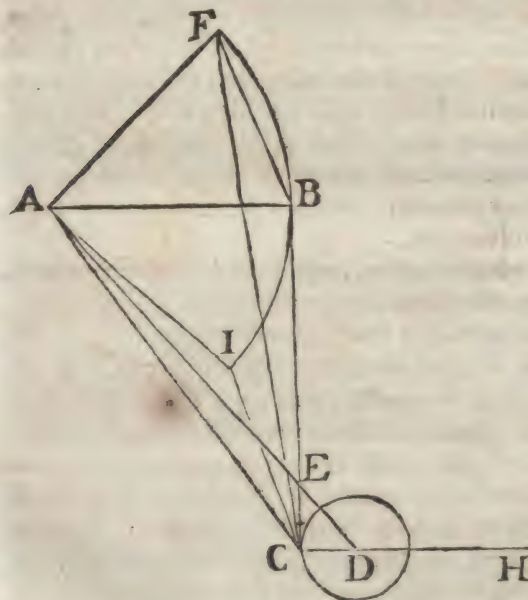
Sed quoniam non ubique reperiuntur aut tam ingentes lapides, aut tam longæ arbores, communiter universus premendi labor

labor vectiariis incumbit cochleam unam, aut alteram versantibus. Si duæ sint cochleæ ad opposita torcularis latera constitutæ, matricem habent in ipso prælo excavatam, quod suâ conversione deorsum trahunt, ut ex subjectis vinaceis exprimatur mustum: & tunc nihil est, quod Vectis momenta exerceat, sed sola vis Cochleæ habetur. At si unica fuerit cochlea (quemadmodum & in typographorum torculis) præli non est usus; sed transversæ trabi superiori immotæ inferitur per excavatas congruentes strias cochlea, quæ in conversione depressa calcat impositum vinaceis planum ex solidis asseribus. Verum contingere potest ut non sit vectiario spatium expeditum, quando, post modicam & faciliorem compressionem breviori vecte peractam, adhuc longiore Radio utendum esset ad contorquendam cochleam. Propterea ab Axe in Peritrochio subsidium facile peti potest; si videlicet extra torcularis alveum ligneus cylindrus ad perpendicularum erigatur circa suos polos, alterum subjecto plano, alterum exporrectæ è proximo pariete trabi, infixus versatilis: huic funem adnecte, qui extremo uno apprehendat annulum Radij, quo cochlea versatur: cylindro enim infixus Radius dum illum volvit, & funem illi circumducit, cochleæ vectem ad se rapit, & vehementius premittit subjectum cochleæ planum, quàm si eadem cochlea duplo longiore vecte convolveretur.

Unum tamen hic observandum, videlicet in huiusmodi conversione non eadem esse momenta, quandoquidem funis extensus non eundem semper cum cochleæ vecte angulum constituit; eò autem minora sunt momenta, quò magis hic ab angulo recto recedit, ut ex iis constat, quæ lib. 4. cap. 7. dicta sunt. Quapropter expedit cylindrum illum versatilem non longius à torculari abesse, ut funis minus acutum angulum cum vecte constituat, quando vectis extremitas incipit suæ peripheriæ arcum describere: atque adeò ita statuendus videtur cylindrus, ut quando funis angulum rectum constituet cum cochleæ vecte, hic jam percurrerit arcum non majorem semirecto angulo, respondentem gradibus 45: sic enim fiet, non nimis acutum esse angulum initio tractionis, & progrediendo augeri, donec fiat rectus: deinde, licet momenta decrescant angulo in obtusum transeunte, ubi nimis obliquus factus fuerit angulus, poterit in

aliud foramen immitti Radius, laxato prius fune ex cylindri revolutione. Quapropter ut potentia cylindrum volventis momenta ad calculos revoces, maximum momentum est fune ad cochleæ Radium perpendiculari: quamvis autem non semper progrediente motu constituat angulum rectum, tunc tamen perinde computandum est momentum, atque si eandem positionem ad angulum rectum servatura esset potentia per funem Radio applicata; præterita siquidem atque futura applicatio nihil minuit præsentis applicationis virtutem. In eâ verò applicatione perpendiculari, momenti Ratio desumenda est ex circuli à Radio descripti peripheriâ, atque ex intervallo spirarum cochleæ: quæ Ratio componenda est cum Ratione Radij cylindrum volventis ad ejusdem cylindri semidiametrum.

Sed ut habeantur momenta aliarum positionum, inquirendus est angulus applicationis funis ad eundem cochleæ vectem.



tum cylindri; & erit BC. Quia igitur linea BC utrumque circum tangit, ductis semidiametris AB & CD, anguli ABC, & DCB sunt recti, ex 18. lib. 3: igitur ex 27. lib. 1. lineæ AB

&

Et primò quidem datur Radij cochleæ infixi longitudo AB, semidiameter cylindri CD, & distantia AD. Inquiratur, in quo puncto accadat positio funis perpendicularis ad Radium cochleæ: hæc utique non fit, nisi fune tangente utramque peripheriam tum circuli à Radio AB descripti,

& DC sunt parallelæ, & per 29. lib. 1. anguli alteri BAD, & CDA sunt æquales: sed & anguli ad verticem E sunt æquales: ergo triangula BAE, CDE sunt similia; & per 4. lib. 6. ut BA ad CD, ita AE ad DE; & componendo ut AB plus CD ad CD, ita AD ad DE: innotescit itaque DE. Quare ex quadrato ipsius DE auferatur quadratum lateris DC, & residui Radix erit recta CE. Fiat ergo ut DC ad CE, ita AB ad BE; atque additis BE & CE nota est tota BC.

Deinde assumatur positio Radij AF, ita ut arcus FB non sit major gradibus 45. Dato igitur arcu illo, hoc est angulo FAB, noti sunt anguli AFB, ABF trianguli isoscelis ad basim BF, singuli enim habent semissem residui ad duos rectos: atque adeo, si recto CBA addatur notus ABF, innotescit anguli obtusi CBF quantitas: Inventum jam est latus CB, & latus BF subtenfa dati arcus ex Canone Sinuum innotescit in partibus Radij AB; quapropter ex Trigonometria inveniri potest basis CF, & angulus BFC; qui si auferatur ex noto angulo BFA, remanet quæsitus angulus CFA applicationis funis CF ad vectem AF. Habetur itaque ex hujusmodi applicatione ad vectem per angulum acutum CFA Ratio momenti comparati cum momento applicationis ad angulum rectum CBA: est enim ex dictis lib. 4. cap. 7. ut Sinus anguli acuti ad Radium. Fiat igitur ut Radius ad Sinum anguli AFC, ita peripheria descripta à vecte AB ad aliud; & hoc inventum comparandum est cum intervallo spirarum cochleæ, ut habeatur Ratio momenti potentia in C constitutæ, & applicatæ ad vectem AF cum directione CF. Componenda deinde est hæc Ratio cum Ratione Radij DH cylindrum volventis, ad ejusdem cylindri semidiametrum DC, & habebitur adæquata Ratio momenti potentia in H.

Tertiò. Ex puncto C ad A ducatur recta CA: & cum in triangulo ABC rectangulo nota jam sint latera AB & BC circa rectum, invenitur hypotenusa AC, & angulus BAC. Tum ex 33. lib. 3. super rectâ AC descripto circuli segmento capiente angulum obtusum æqualem Supplemento anguli AFC ad duos rectos, in puncto I, ubi hujus segmenti arcus secat peripheriam à Cochleæ vecte descriptam, concurrant duæ rectæ AI & CI. Est igitur triangulum CAI, in quo data sunt

FFfff 3

latera CA & AI unâ cum angulo AIC noto, utpote ex constructione æquali supplemento ad duos rectos anguli jam noti AFC . Quapropter inveniatur angulus IAC , qui demptus ex jam invento angulo BAC , relinquit angulum BAI ; ac propterea notus est arcus BI , qui additus arcui BF dabit totum arcum FI , in quo primum momenta crescunt ex F in B , deinde decrescunt ex B in I , ubi angulus obtusus tantumdem excedit rectum, quantum à recto deficit acutus AFC ; atque adeò in F & I æqualia sunt momenta.

Antequam verò praxim hanc exemplo illustrem, ut subductis calculis noverit Machinator, quonam pacto omnia disponenda sint, monendus est lector à me ideò semper idem punctum C assumptum fuisse, quia in re Physicâ nullus subrepere potest error notabilis. Caterùm si funem extensum consideremus semper quasi lineam tangentem cylindri peripheriam, satis manifestum est, si linea BC est tangens in puncto C , & angulus BCD est rectus, non posse lineam à puncto F productam ad contactum cadere in punctum C , sed ultrà illud, ita ut demum veniat punctum contactus in C , quando positio vectis fuerit AB , & iterum punctum contactus recedat à C , quando positio vectis fiat AI . Verùm quia exiguum est hujusmodi discrimen, propterea unum idemque punctum C assumptum est, cum non sequatur physicè ullum incommodum ex hoc Geometricæ accuratioris contemptu.

Sit igitur ex. gr. spirarum cochleæ intervallum unc. 2; & vectis longitudo AB cubitorum 3, hoc est unc. 36: quare integra peripheria hoc Radio est unc. 226; atque ideò in B , ubi applicatio est ad angulum rectum, Ratio motuum seu momentorum est ut 226 ad 2, hoc est 113 ad 1. Sit cylindri semidiameter DC unc. 3, atque DH similiter unc. 36: est igitur Ratio motus seu momenti potentiae in H , ad motum seu momentum in C ut 12 ad 1. Ratio itaque composita ex Rationibus 113 ad 1, & 12 ad 1 est Ratio 1356 ad 1: quæ longè major est, quàm si cochleæ adhiberi potuisset Radius cubitorum 6, non addito Axe in Peritrochio. Ut inveniatur longitudo BC , primum fiat ut AB plus DC ad DC , hoc est ut unc. 39. ad unc. 3. ita distantia AD data unc. 65, ad ED unc. 5. Igitur in triangulo ECD rectangulo, cujus hypotenusa ED unc. 5. latus

tus

tus DC unc. 3. est latus EC unc. 4: atque adeò ut DC 3 ad CE 4, ita AB 36 ad BE 48; cui addita CE 4 dat totam perpendiculararem BC unc. 52.

Ponatur arcus FB gr. 45; ergo ejus subtensa 76536 partium, quarum Radius AB unc. 36 est 100000, erit unc. $27\frac{1}{2}$: anguli verò AFB, ABF sunt singuli gr. 67. 30'. Quare in triangulo FCB datur angulus CBF gr. 157. 30'. comprehensus à lateribus CB unc. 52, & BF unc. $27\frac{1}{2}$. Invenitur ergo angulus BFC gr. 14. 45', qui ex angulo BFA gr. 67. 30. demptus relinquit angulum AFC gr. 52. 45'; cujus Sinus est particularum 79600. Igitur ut Radius 100000 ad 79600, ita momentum Applicationis per angulum rectum, quod erat ut 113, ad 90 proximè, momentum Applicationis per hunc angulum AFC acutum. Compositis itaque Rationibus 90 ad 1, & 12 ad 1, momentum potentiæ in H erit 1080.

Demum in triangulo ABC rectangulo ex lateribus AB 36, & BC 52, reperitur hypotenusa AC $63\frac{1}{2}$, & angulus BAC gr. 55. 18'. Quapropter in triangulo AIC datur latus AC $63\frac{1}{2}$, & angulus illi oppositus AIC gr. 127. 15'. & præterea latus AI 36: ex quibus invenitur huic oppositus angulus ICA gr. 26. 56'. Igitur tertius angulus CAI est gr. 25. 49': qui si auferatur ex angulo BAC gr. 55. 18, reliquus est angulus BAI gr. 29. 29'. Igitur totus arcus FI est gr. 74. 29'.

Ut autem appareat, quid conferat amplitudo arcus BF, statuatur hic gr. 60. & huic æquales sunt anguli ad basim BF; quæ recta BF est ipsi AB æqualis, hoc est unc. 36. Quare in triangulo FBC datur latus FB unc. 36. & latus BC unc. 52, & angulus ab iis comprehensus gr. 150: invenitur ergo angulus BFC gr. 17. 47'; qui ablatus ex BEA gr. 60. relinquit CFA gr. 42. 13': cujus Sinus est partium 67193. Igitur ut Radius 100000 ad 67193, ita 113 ad 76, quod est momentum Applicationis per hunc angulum acutum: atque compositis Rationibus 76 ad 1, & 12 ad 1, momentum potentiæ in H est ut 912. In triangulo verò AIC dantur latera AI unc. 36, & AC $63\frac{1}{2}$ & Supplementum anguli AFC ad duos rectos est angulus AIC gr. 137. 47': ergo invenitur angulus ACI gr. 22. 29'. Est igitur angulus IAC gr. 19. 44': qui demptus ex angulo

lo B A C gr. 55. 18'. superius invento, relinquit angulum I A B, hoc est arcum I B gr. 35. 34'. Quare totus arcus F I esset gr. 95. 34'. Ex quo vides intra eosdem terminos æqualium momentorum, minora esse extrema momenta in F & I, sed per maiorem arcum, si incipias motum in maiore distantia à puncto Applicationis per angulum rectum : propterea satius videtur maiora obtinere momenta, & minorem arcum describere : ideo dixi assumendum esse arcum B F non maiorem gradibus 45.

His similia de Succulâ dicenda sunt, quæ de Axe perpendiculari diximus, si succulâ potius utendum loci & motus quæsi opportunitas suadeat : id quod ita per se clarum est, ut in his diutius immorari non sit opus.

CAPUT IV.

Cochlea Infinita vires explicantur.

VAlidissimam omnium Facultatum Cochleam esse ex superioribus manifestum est : sed illud accidit incommodum, quod nimis brevibus terminis coërcetur ; quos nimirum ejus longitudo definit ; sive illa circa suum axem convoluta intra Matricem immotam moveatur, sive illa positionem non mutans ex convolutione attrahat aut repellat Matricem & pondus ei adnexum. Propterea alius cochleæ usus excogitatus est citrà ullam Matricem, cui inferatur, atque ejusmodi, ut cochleæ conversioni nullus statuatur finis, easdemque semper exerceat vires. Hinc Cochleæ Infinitæ, aut Viti Perpetuæ nomen inditum est.

Cylindrus circa suum axem, apposito manubrio, versatilis in brevem cochleam deformatur unâ aut alterâ spirâ contentus : ita autem ad tympani dentes accommodatur, ut eorum intervallum sit spirarum intervallo congruens ; hoc est initium spiræ apprehendat unum tympani dentem ; dùmque ex Cochleæ convolutione dens primus tantum promoveatur, quantum exigit spirarum distantia, unâ conversione absolutâ iterum initium

tium spiræ apprehendat secundum tympani dentem proximè consequentem, ex tympani convolutione jam constitutum in eodem loco, in quo erat primus dens initio motûs: atque ita deinceps omnes subinde dentes apprehenduntur à cochleâ; semelque revoluto tympano, iterum à primo dente incipit secunda illius convolutio. Hinc quia cochleâ hujusmodi, quatenus ad se pertinet, nullum statuit convolutionibus terminum, etiamsi definitum habet spirarum numerum, immò unicam habeat spiram, Infinita dicitur, nam & tympanum orbitam habens in sese redeuntem plurimis sine fine convolutionibus circumagi potest. At si tympani loco rectam apposueris laminam denticulatam, quæ ex Cochleæ hujusmodi conversione alium atque subinde alium dentem apprehendentis adduceretur, aut repelleretur; an illa appellanda esset Cochlea Infinita, quia longiorem atque longiorem sinè fine laminam similiter movere posset; iis examinanda relinquatur quæstio, quibus de vocabulo disputandi otium est.

Tympano autem infixus est Axis, sive ille simplex sit, cui ductarius funis circumvolvatur, sive striatus fuerit, qui aliud tympanum convertat, prout suo loco, ubi de Axe in Peritrochio disputatum est. Quapropter vis Cochleæ componitur cum vi tympani, quod ab illâ convertitur: idcirco huic Machinæ Cochleæ Compositæ aliqui nomen fecerunt. Cum itaque singulis cochleæ conversionibus singuli dentes tympani promoveantur, toties convertitur cochlea, quot in tympani orbitâ numerantur dentes. Potentiæ igitur motus, quo illa manubrium versans describit circuli peripheriam, ducendus est per dentium numerum, ut habeatur Ratio motûs Potentiæ, ad motum orbitæ tympani. Cum verò data sit Ratio tympani ad suum Axem, data est Ratio motûs orbitæ tympani ad motum ponderis fune ductario attracti. Hæ duæ Rationes componantur, & nota erit Ratio motûs potentiæ ad motum ponderis. Sit cochleæ manubrium digitorum 7; igitur peripheria circuli à potentiâ manubrio applicatâ descripti est ferè digit. 44: tympani semidiameter ad sui Axis semidiametrum sit ut 4 ad 1: Sit autem tympani orbita in dentes 24 distincta; ac propterea dum semel tympanum cum suo Axe volvitur, motus Potentiæ est digitorum ferè 44. vicies & quater sumptorum hoc est digit. 1056.

G G g g g

Si igitur tympani semidiameter sit digit. 4, & Axis semidiameter dig. 1, illius peripheria est saltem digit. 25, huius verò peripheria saltem digit. $6\frac{1}{4}$, quantus est ex unâ tympani conversione motus ponderis. Itaque motus Potentiæ ad motum ponderis est ut 1056 ad $6\frac{1}{4}$, hoc est proximè ut 169 ad 1.

Hinc si plura fuerint Composita Tympana, eorum Ratio, quæ ex Rationibus diametrorum tympanorum ad suorum Axium diametros componitur, assumenda est, atque attendendum quoties volvatur cochlea, ut primum tympanum cochleæ proximum circumagatur: deinde per numerum dentium primi tympani ducendus est motus potentiæ manubrio cochleæ applicatæ; & ex Ratione tympanorum, atque ex Ratione Cochleæ, componenda est Ratio. Sit cochlea eadem, quæ prius, eodémque manubrio instructa, adeò ut potentia semel cochleam versans describat circuli peripheriam digitorum ferè 44; & primum tympanum habens peripheriam dig. 25 in dentes 24 distributam, dum semel volvitur, potentia vices & quater peripheriam dig. 44 describens percurrit digitos 1056. Sit idem primum tympanum ad suum Axem striatum ut 4 ad 1, secundum tympanum ad suum Axem fune ductario involutum sit ut 3 ad 2: Ratio composita horum duorum tympanorum est ut 6 ad 1. Cum verò motus potentiæ manubrio applicatæ ad integrum motum peripheriæ tympani primi sit ut 1056 ad 25 (nam singulæ conversiones manubrij cochleæ ad motum unius dentis sunt ut 44 ad $\frac{25}{4}$) componatur hæc Ratio cum Ratione 6 ad 1, & erit motus potentiæ ad motum ponderis axi secundi tympani per funem ductarium applicati, ut 6336 ad 25, hoc est ferè ut $253\frac{1}{2}$ ad 1: atque adeò quo conatu potentia moveret libras decem; hac machinâ movebit libras 2535.

Verùm adhuc augeri possunt vires Cochleæ Infinitæ non multiplicatis tympanis dentatis, sed cum illo unico, quod à Cochleâ movetur, componendo Trochleas: si videlicet alteri Trochleæ adnectatur pondus, altera Trochlea alicubi firmetur: tum funis ductarius, qui à Potentiâ arripiendus esset atque trahendus, axi tympani alligetur. Nam si Ratio, quam Trochleæ inferunt, componatur cum Ratione Axis in Peritrochio, atque Ratione Cochleæ, fit Ratio ex tribus Rationibus trium

Faculta

Facultatum composita. Sic Ratio Cochleæ sit, ut prius, 44 ad $\frac{15}{16}$, Ratio Tympani ad Axem sit 4 ad 1, Ratio Trochlearum, capite funis ad trochleam ponderis alligato (sint autem Trochleæ binorum orbiculorum) sit 5 ad 1: tres hæ Rationes Compositæ constituunt Rationem 845 ad 1. Quare quo conatu moveres libras decem, movebis libras 8450 tam facili & parabili machinâ.

Observanda sunt autem tam comoda, quàm incommoda, quæ hujus machinæ, scilicet Cochleæ Infinitæ usum comitantur. Neque in postremis illud numerandum est, quod tantula machinula facillimè transferri potest, ad pondera satis magna dimovenda; maximè si in plano raptanda sint suppositis scyrtalis, & trochleæ adhibeantur, quas non adeò crasso fune connecti oportet, quemadmodum si in sublime attollendum esset pondus, & fune ipso retinendum, ne relabatur.

Adde non requiri ampliora spatia, ut cochleâ hujusmodi infinita circumagatur, & vel sedentem hominem solâ, neque multâ, lacertorum manubrium versantium contentione posse motum quæsitum perficere: atque si pondus attollatur, licet potentia, quandocumque libitum fuerit, cessare à motu, quin pondus suspensum recidat, etiamsi neque illi fulcrum subjiciatur, neque cochleæ manubrium retinaculo aliquo firmetur. Verùm in attollendis ingentibus oneribus non expedit hac machinâ uti, nisi tympanum dentatum satis magnum fuerit, ut Axem crassiorem atque validiorem admittat, cui ductarius funis circumduci queat; hic autem funis cum tenuis esse non possit, neque exilem Axem exigit. Præterea dissimulandum non est periculum, ne cochleâ inutilis fiat; si videlicet vel unicus tympano dens excutiat; ubi enim in conversione ad eam lacunam ventum fuerit, illico cessat tympani conversio, cum nullus ejus dens occurrat cochleæ. Propterea rem prudenter administrare oportet, ut congrua machina eligatur.

Porro non contemnenda utilitas ex Cochleâ hæc infinitâ percipi potest ad augendas communis Cochleæ vires sive prementis, sive etiam attrahentis. Eo videlicet loco, ubi aptandus esset Radius ad Cochleæ conversionem, tympanum dentatum adjiciatur, ex cujus centro exeat cylindrus in cochleam deformatus, & Matrici insertus: tympani verò dentes congruâ cochleæ

infinitæ spiræ excipiantur : Manubrio enim versato cochlea infinita convertitur, & singulis conversionibus singulos tympani dentes, alios subinde atque alios promovens, tympani covolutionem efficit, atque cum eo pariter infixa cochlea versatur. Prudenti autem Machinatori non deerit methodus, qua hujusmodi Cochlea infinita applicetur, & simul cum tympano dentato deprimatur aut attollatur, si opus fuerit. Quapropter Ratio peripheriæ tympani ad intervallum spirarum suæ cochleæ, componenda est cum Ratione peripheriæ à manubrio descriptæ ad intervallum spirarum cochleæ infinitæ : ex hoc siquidem intervallo pendet motus peripheriæ tympani, cujus dentes apprehenduntur; quo enim pressior est cochleæ infinitæ spira, eò tenuiores & frequentiores insunt tympano dentes. Sit ex. gr. spirarum cochleæ prementis intervallum subtripulum semidiametri tympani, cui illa infixa est : igitur Ratio perimetri tympani ad intervallum spirarum est ut $18 \frac{84}{100}$ ad 1. At Cochleæ infinitæ manubrium ad ejusdem spirarum distantiam sit ut 10 ad 1 : Motus igitur potentiæ manubrium versantis est ut peripheria descripta $62 \frac{63}{100}$ ad motum unius dentis tympani ut 1. Ratio itaque ex his duabus Rationibus Composita est $1183 \frac{7}{10}$ ad 1. Ex quo satis innotescit, quanto virium incremento addatur cochleæ vulgari cochlea hæc infinita tam brevi manubrio instructa, loco vectis admodum longi, quem spatij angustia non caperent.

Verùm non ad augendas tantummodo vires, seu, ut verius dicam, ad momentorum potentiæ incrementum, adhiberi potest cochlea infinita, sed ad motum quantumvis exiguum : sæpè enim motum extenuare opus est. Sic in automatis horas indicantibus vi laminæ elasticæ longioris in spiram convolutæ, ad rotarum celeritatem aut tarditatem moderandam oportet ipsum elaterem modò intendere, modò remittere : quia verò in vulgaribus horologiis id perficitur convoluzione rotæ dentatæ (cujus axi intimum spiræ elasticæ caput adnectitur, atque ne lamina per vim complicata se in laxiorem spiram restituar, axem ipsum & rotam dentatam revolvendo, obliquis rotæ ejusdem dentibus, qua parte recti sunt, objicitur virgula elastica) ut minimum dentem unum promovere aut retrahere necesse est.

est. At sæpè contingere potest, ut elasticam laminam jam valde intentam amplius intendere, quantum fert integra dentis unius conversio, celeriore motum inferat, quàm temporis ratio postulare; propterea scientissimi artifices, rejectâ virgulâ illâ elasticâ, ita rotæ illius dentes conformant, ut cochleolæ infinitæ congruant; hæc enim convoluta valde minutis progressionibus laminam elasticam intendit, aut remittit, & ubicunque placuerit, sistitur.

Illud quoque non leve commodum (ut paulò superius indicatum est) in attollendis ponderibus animadversione dignum est, quod sublato pondere atque suspensò, cessare potest potentia; & quamvis nec ab illâ, nec ab alio quolibet retinaculo manubrium cochleæ infinitæ retineatur, neque pendentì oneri fulcrum ullum subjiciatur, ipsa per se cochlea tympanum sistit, & suspensum pondus impeditur, ne suâ vi recidat. Id quod in tympanis dentatis, neque in Succulis, neque in Trochleis, neque in Veste obtinetur: quas Facultates si potentia dimiserit, inchoato jam motu, neque illas aliquo retinaculo coërceat, priorem laborem irritum facit gravitas sibi dimissâ, ut satis apertè constat.

Postremò Cocheas infinitas cochleis pariter infinitis coagmentare si quis voluerit, is profectò momentis potentia immensam quandam accessionem fecerit. Si enim primi tympani dentati Axem deformaveris in cochleam, quæ aliud tympanum pariter dentatum moveat, & secundi hujus tympani Axem item in spiralem striam excavaveris, quæ tertium tympanum convertat unâ cum Axe, cui ductarius funis circumducitur; ecce quot Rationibus componitur Ratio motuum potentia & ponderis. Prima Ratio est Peripheriæ à manubrio descriptæ ad distantiam spirarum primæ cochleæ. Secunda Ratio est peripheriæ primi tympani ad intervallum spirarum secundæ cochleæ. Tertia Ratio est peripheriæ primi tympani ad intervallum spirarum secundæ cochleæ. Quarta Ratio est peripheriæ secundi tympani ad intervallum spirarum tertiæ cochleæ. Quinta Ratio est peripheriæ tertij tympani ad ambitum sui Axis. Ponamus singulas peripherias ad suæ cochleæ spirarum intervallum esse ut 30 ad 1, & tertij tympani orbitam ad sui Axis ambitum esse ut 5 ad 1; componendæ sunt tres Rationes

GGggg 3

trigecuplæ cum unâ quintuplâ, & exurgit Ratio motûs potentia manubrio applicatæ, ad motum ponderis ut 135000 ad 1. Quo igitur conatu potentia moveret libras decem, hac trium cochlearum infinitarum complexione movebit millies mille trecentas quinquaginta libras, seu, ut vulgari vocabulo utar, millionem & trecenta quinquaginta millia librarum. Quid autem, si plura tympana cochleas infinitas habentia addantur? utique si primæ cochleæ manubrio agitatur quatuor consequentia tympana cum suis cochleis addantur, eandem Rationem trigecuplam habentia, & quintum tympanum cum suo Axe Rationem quintuplam habeat, demum potentia momentum obtinebit ut 121.500000: & si absque machinâ moveret libras decem, hac machinâ ex quinque cochleis cum sibi congruentibus tympanis movere poterit mille ducentos quindecim milliones librarum.

Neque sibi quisquam persuadeat opus esse ingentibus tympanis, ut validissimis cochleis respondeant: Experimento enim didicimus valde exiguas cochleas satis esse ad ingentia pondera attollenda, modò axis funi ductario destinatus satis firmus sit ac validus, & ferendo oneri par. Hic autem Axis (quemadmodum & in Ergatâ) si plurimum funem excipere debeat, ne in nimiam longitudinem protendatur, conformari potest in Cylindroides Hyperbolicum: nam ductarius funis illum aliquoties complexus (quantum satis fuerit, ne excurrat) colligi poterit, & in convolutione se ad apicem Hyperbolæ continebit.

At, inquis, huiusmodi motus ponderis nimis longa temporis spatia exigit. Ita planè: neque aliter contingere potest, si quidem tam ingens pondus movere volueris: an non præstat tantam molem demum loco cessisse, quam omnino immotam cuiuscumque conatui reluctari? Sed quid, si opportunissimum se præbeat proximus rivulus perennis? primæ cochleæ apponatur loco manubrij rota cum pinnis, in quas aqua incurrat; illa enim circumacta cochleam & consequentia tympana versabit, ac demum vel dormientibus operis moles ab exigua aquâ dimovebitur.

Quod si ex pluribus cochleis infinitis compositam machinam tibi construere volueris, ita tamen, ut modò majoribus, modò minoribus ponderibus movendis sit idonea citrà temporis dispendium,

pendium, ubi satis virium habetur in potentiâ ; eâ ratione in loculamento dispone singulos axes in cochleam deformatos, ut eorum poli ex loculamento promineant, atque pro re natâ propelli seu retrahi aliquantisper valeat hic aut ille axis, ne ejus stria occurrat subiecti tympani dentibus. Nam si alterius saltem poli extremitas in quadratam figuram desinat, quæ inferi possit manubrio, hoc poterit huic aut illi axi aptari, quin superiores cochleæ hujus tympani convolutionem impédiant. Quod si majora adhuc requirantur potentiæ momenta, proximè superior axis suum in locum restituatur, ut cochleæ stria in subiecti tympani dentes incurrat. Quapropter ad minora pondera movenda adhibeantur inferiores cochleæ, ad majora superiores.

CAPUT V.

Cochleæ usus aliqui indicantur.

ADedè frequens est & vulgatus apud plerosque artifices cochleæ usus, ut ex tam variâ ejus cum cæteris complexione unusquisque facilè colligere possit, quid facto sit opus, ubi eâ utendum necessitas aut utilitas suaserit. Ne tamen ab initâ in antecedentibus libris consuetudine in hujus operis calce recedam, pauca quædam indicare placuit, quæ in reliquis non admodum dissimilibus facem præferant.

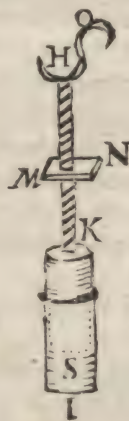
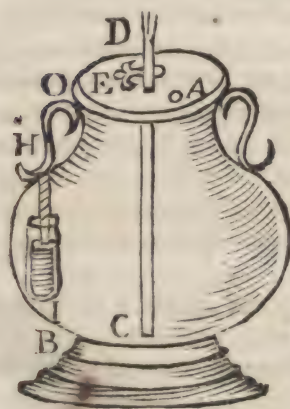
PROPOSITIO I.

Aërem validè comprimere, aut dilatare.

Follibus luforiis aërem pyulco ingerentes majorem subinde atque majorem difficultatem percipiunt; quo enim magis aër conclusus à naturali raritate recedere cogitur, etiam majore nisu resistit, neque solum magis densari renuit, sed & se latius explicare molitur. Hinc didicimus & pneumaticos fontes construere, qui Spiritu interno urgente aquam in altum evibrant,

brant, & plumbeas glandes fistulis ejaculari, non pulvere nitrato ignem concipiente, sed aëre per vim densato ad antiquas dimensiones recuperandas erumpente. Quoniam verò ingesta jam in conceptaculum non exigua aëris copia difficilius comprimitur novâ aëris accessione, quàm ut manus valeat trusillum rectâ impellere; idcirco trusilli hastulam deformatam in helicem, & suæ matrici insertam, adhibere operæ pretium erit: dum enim manubrio agitante contorquetur cochlea, sensim deprimitur embolus, aëremque ingerit. Ne autem morâ longiore opus sit perpetuâ versatione manubrij, ita cochleæ matrix externam vasis faciem contingat, ut illi adnecti, atque ab eo disjungi valeat: initio enim, quando adhuc levis est aëris modicè compressi resistentia, lamella illa suo foramine interius claviculatum striato cohærens hastulæ emboli, si à vase disjuncta fuerit, unâ cum hastulâ movebitur: deinde verò, quando jam trusillus ægrè impellitur, lamella illa cum vase connectatur, & non nisi versato manubrio adduci atque reduci embolus poterit; id quod satis lentè perficietur. Rem claritatis gratia in fonte pneumatico explicemus.

Sit vas AB ex materiâ metallicâ, in cujus superiore parte la-



brum, ex quo per foramen A immittatur in vas aqua, ita tamen, ut non impleatur; aqua enim in vas modicè inclinatum descendens aërem expellet per tubulum CD. Ubi satis aquæ immissum fuerit, occludatur foramen A diligentissimè cochleolâ congruente, & convoluto epistomio E, tubus DC sit

aëri impervius ad vasis latus statuatur modiolus cum embolo congruente HI, & emboli hastula sit connexa cum mobili vasis ansâ HO.

Porro

Porro hastula H K perforata sit, & continuo ductu usque ad emboli K S fundum pateat aëri ingredienti via H S ; sed foramini S adjecta sit valvula, quæ aëri regressum obstruat. Similiter modioli fundo in I valvula exterius apposita aperiatur ingesto aëri transitum præbens, sed aëri intra vas compresso cum nusquam exitus pateat, valvula ipsa modioli foramen I occludit. Hastulæ verò H K exterior facies sit in helicem striata, & lamellæ M N tanquam matrici congruat, quæ in M & N cochleolis adnecti queat exterius vasi, quasi esset ansæ fulcrum.

Ubi immissum fuerit quantum satis est aquæ, cochleolis M & N revolutis disjungatur matrix à vase : tum attractâ ansâ H O, unâ cum lamellâ M N attrahitur embolus K S, & per apertum ductum H S ingreditur aër modiolum implens. Impulso deinde embolo, valvula ad S clauditur, & aër ex modiollo per patentem valvulam I ingeritur in vas; ex quo nequit exire, neque aquam propellere, clauso scilicet epistomio E, & foramine A : quapropter comprimitur, & densatur; ideoque attracto denuo embolo K S inclusus vasi aër se latius explicare connitens valvulam I valide applicat foramini modioli, subique exitum obstruit. Toties adducitur atque reducitur embolus, & aër ingeritur, quoad magna premendi difficultas percipiatur; ubi eò ventum fuerit, tunc lamella M N iterum vasi adnectatur suis cochleolis; nec jam embolus rectâ adduci potest; sed arreptum in O manubrium versatur, & embolus intra modiolum circumactus sensim attollitur, qui deinde revolutus in contrarium manubrio deprimitur, & multâ vi aër in vase comprimitur. Laxato demum Epistomio E, compressus in vase aër aquam exprimit per tubum C D, primum quidem vehementius, subinde remissius, prout aëris vis elastica sensim languescit.

Hoc idem quod de aëre intra vas comprimendo ad aquam evibrandam comminisci placuit, servatâ analogiâ dicendum est de aëre, tùm conatu manûs rectâ trusillum impellentis, tum ope cochleæ similiter conformatæ, intra conceptaculum comprimendo, ut ex fistulâ deinde multâ vi emittatur plumbea glans, ubi reſeratus aëri exitus illum subito dilatarî permiserit. Quin & pneumatica hujusmodi tormenta citrà conceptaculum aëris compressi construere non inutile accadat, si, quemadmo-

H H h h h

dum nostrates pueri furculos sambuceos fungosâ medullâ exhauriunt, & utrâque tubuli extremitate papyraceis globulis obstructâ, alterum globulum congruo cylindro propellunt, atque inclusum aërem densant, quoad aëris vim elasticam, & impellentis manûs conatum non ferens extremus alter globulus edito scloppo expellatur; ita ferream fistulam longiorem paraveris, cujus alteri extremitati immittatur plumbea glans obducta papyro, aut simili materiâ, ut exquisitè tubi osculum implens demum universam aëris vim excipiat, alteram extremitatem aliquot spiris ambiat cava cochlea, quam impleat cylindrus ferreus in congruentem cochleam deformatus: Si enim hujusmodi cylindrus vix brevior fuerit, quàm fistula, & apto manubrio convolutus in fistulam sensim immittatur, totum aërem, quo fistula replebatur, ad exiguas spatij angustias adiget, ex quibus magnâ vi demum, quâ data porta, erumpens ejaculabitur plumbeum globulum.

Quod si aërem non comprimere, sed distrahere atque dilatare libitum fuerit, eâdem ratione parandus est modiolus cum embolo, ac hastulâ in helicem striatâ, atque perforatâ, & cochleæ matrici inserta, nisi quod valvulæ contrariam positionem exigunt; nam modioli valvula I intrâ ipsum modiolum statuenda est, ut adducto embolo aperiatur, & ex vase aër in modiolum attrahatur: Emboli verò valvula non ad S, sed in H apponenda est, ut reducto embolo, aër in modiolum admissus exprimatur per tubulum SH, sive manu urgeatur trussillus, sive cochlea convolvatur. Aërem autem, licet valde compressum, magis etiam convolutâ cochleâ densari, aut valde rarum magis adhuc dilatari manifestum est; id quod rectâ manûs impulsionem aut attractionem nequaquam fieri posset.

PROPOSITIO II.

Forcipum vires cochleâ augere.

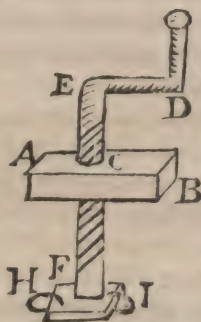
Duplicem exerceri à forcipibus vim constat; altera est constringendo id, quod illis apprehenditur, & earum vis major aut minor ex eo æstimatur, quod brachia longè à nodo, aut prope illum, arripiantur: altera vis est in extrahendo ali-

quid,

quid, ut clavum tabulæ aut parieti infixum; cum enim curva sit forceps, qua parte clavum apprehendit, adnexum in ipso flexu habet hypomochlium, & brachia inclinando, pro eorum longitudine, vis extrahendi exercetur quasi per vectem. At aliquando opus est majore conatu, quàm ut solis forcipibus valeat potentia infixum clavum extrahere; momentum siquidem potentia pendet ex Ratione, quam habet distantia potentia ad distantiam clavi ab ipso flexu, qui fungitur munere hypomochlij. Quare vis extrahendi major communicari potest ope cochleæ, ita tamen, ut forceps non exercent munus vectis.

Paretur itaque valida & satis crassa lamina chalybea AB, matricem cochleæ habens in C, & sit cochlea FE, manubrium habens ED. Cochleæ verò extremitas in cylindrum desinat, qui crassioris laminæ HI formini exquisitè polito inferatur, & in eo facillimè convolvi valeat. Cylindri extremitas infra laminam HI ita dilatetur, ut eandem laminam HI sustineat, non tamen convolutionem impediat. Porro laminæ HI adnexi sint duo annuli ita conformati, ut forcipis brachia excipiant: nam si brachia in hujusmodi annulos immittantur, ut hi proximi sint nodo forcipis maximè dilatatae, antequam apprehendat clavum extrahendum, postmodum constrictâ forcipe & clavum apprehendente, elevata lamina HI annulos secum rapiet, qui per forcipis brachia divaricata excurrentes demum validè illa constringent, nec ulterius excurrere poterunt. His paratis utrique extremitati AB subjiciantur fulcra (sivè sint tigillorum frusta, sivè quæcumque alia) inter ipsam laminam & planum, ex quo educendus est clavus, interjecta: Nam manubrio DE convoluta cochlea ita matricem AB applicabit fulcris, ut firmissimè cohæreant cum subjecto plano. Jam si pergas cochleam contorquere, hæc secum rapiet laminam HI, & adjectos annulos cum forcipe, & clavo, quem revellit.

Quod si fortè placuerit forcipem habere peculiarem huic instrumento aptandam, habeat in brachiorum extremitatibus



HH h h h 2

uncos aut annulos annulis H & I inferendos aut connectendos, eâ tamen ratione dispositos, ut dum lamina H I vi cochleæ trahitur, brachia ipsa ad se invicem accedendo forcipem constringant.

Unum præterea addendum, quod non levis est momenti, & aliàs quoque observari poterit. Contingere potest, ut omnibus modo dicto paratis, potentia se infirmiores sentiat, quàm ut valeat circumducto manubrio D E cochleam contorquere. Hoc igitur tibi remedium compara: longiorem vectem validis funiculis colliga cum manubrio D E, & vecte illo quasi manubrio utens experieris pro Ratione longitudinis aucta momenta; amplior siquidem peripheria, quæ tunc à potentiâ describitur, ad spirarum cochleæ intervallum habet Majorem Rationem.

PROPOSITIO III.

Numerum passuum aut rotæ conversionem metiri.

HOc idem problema lib. 5. cap. 9. prop. 2. propositum est, & per rotulas dentatas singulis prioris rotæ conversionibus excipientes impulsione singulorum dentium, in quos prominens paxillus incurrat, perfici posse indicatum est. Nunc aliam methodum indicare placet ex iis, quæ superiore capite sunt dicta de Cochleâ Infinitâ. Primam quidem rotulam, cui motus origo inest ex funiculi tractione, prout ibi dictum est, eandem statue, & illius axis extremitas appposito indice tot passus, aut tot rotæ conversiones indicabit, quot in dentes ipsa prima rotula distributa intelligitur. Hujus rotulæ axis in cochleam infinitam deformatur, cui sua rotula dentata congruat; & singulis primæ rotulæ conversionibus singuli dentes secundæ promoventur: atque adeò quot dentes secundæ huic rotulæ insunt, ut hæc integram conversionem perficiat, tot requiruntur prioris rotulæ conversiones. Similiter secundæ rotulæ axis in cochleam infinitam deformatur, & tertiam rotulam dentatam convertat, cujus axis pariter tertiam cochleam infinitam constituere potest, & quartam rotulam cum suo axe & indice convolvere. Singulorum axium extremitates in facie loculamenti adjecto indice ob oculos ponunt numerum revolutionum proximè

mè antecedentis rotulæ. Quapropter numerus à postremâ rotulâ indicatus multiplicandus est per numerum omnium dentium penultimæ rotulæ, & productus per numerum dentium antepenultimæ ducendus; atque iterum hunc productum per numerum omnium dentium antecedentis rotulæ multiplicare oportet, ut omnium passuum, aut conversionum rotæ currûs, numerus innotescat. Quare artificis industria in hoc requiritur, ut rotularum dentibus eos numeros statuât, quorum rationem inire non sit nimis operosum.

Illud autem, commodum-ne dixeris? an incommodum? in cochlearum infinitarum complexione contingit necessariò, quod axes sunt in planis invicem rectis, ac proinde indices non in eâdem loculamenti facie constitui possunt: cum enim unusquisque axis ad planum sui tympani dentati, cui infigitur, sit rectus, ipsum verò tympanum sit in eodem plano, in quo est cochlea infinita, à qua convertitur, manifestum est plana ipsâ, in quibus sunt axes, esse invicem recta, atque idcirco non ad eandem loculamenti faciem pertinere eorum indices.

PROPOSITIO IV.

Lunæ motum & phases in automato indicare.

Quæ communiter parantur automata horas indicantia, indicem habent horis duodecim perficientem integrum circuitum: quapropter lunæ motum, ejusque ætatem ob oculos ponere cupiens, satis erit, si axem, cui horarum index inferitur, in cochleam infinitam deformaveris, quæ convertatur tympanum in dentes 59 distributum; axis enim tympani indicem convertens ætatem lunæ demonstrabit in dexterâ, aut in sinistra facie loculamenti, cui automatum includitur. Cum enim lunaris mensis Synodicus complectatur dies $29\frac{1}{2}$, index autem horarum semissem diei perficiat, erunt indicis hujus conversiones 59, dum semel index lunæ suam conversionem absolvit. Si igitur index lunæ sit lamina rotundum habens foramen propè indicis lingulam, per quod appareat pictus in subiectâ facie circulus centrum habens extra indicis centrum, adeò ut primâ die lunæ nihil illius circuli appareat, & die decima-

HHhh 3.

quintâ foramen integrum exhibeat ejusdem circuli colorem, lunæ Phases à foramine, & ejus ætas à lingulâ indicabuntur.

Quod si placuerit in eâdem facie, in qua descriptæ sunt horæ, etiam lunæ phases & motum apparere, oportebit axi indicis horarum aptatam rotulam denticulos habere ad perpendicularum infixos, qui curriculum, seu Vertebram striatam convertant, ita ut vertebræ hujusmodi una conversio planè isochrona sit uni conversioni indicis horarum. Curriculi autem axis in cochleam infinitam deformatus convertat tympanum in dentes 59 distinctum; quod collocetur faciei loculamenti parallelum; hujus siquidem conversio in eâdem loculamenti facie, in qua & horæ indicantur, repræsentabit lunæ phases.

At si fortasse volueris in eâdem Automati facie ita apparere horas & lunæ ætatem, ut proximè saltem indicetur, quotâ horâ accidat Novilunium aut Plenilunium, postquam semel juxta Ephemerides conciliaveris indices horarum & lunæ, non satis erit in dentes 59 distinxisse tympanum, cujus singuli dentes horis 12 promoveantur; siquidem mensis lunaris Synodicus complectitur dies 29, horas 12, minuta 44, hoc est ferè tres horæ quadrantes; atque adeò post duos menses index lunæ indicaret Novilunium sesquihorâ citiùs, quàm par fuerit, & post annum index anteverteret verum Novilunium novem horis. Quare axi horas indicanti non esset copulandus axis cochleæ infinitæ, cujus tympanum aliam exigeret dentium multitudinem; sed peculiaris axis statuendus esset, cujus conversio ita temperaretur, ut horis undecim cum quadrante absolveretur; tympanum verò, ex cujus conversione convolveretur index lunæ, distribuendum esset in dentes 63; hujus enim unica conversio responderet conversionibus 63 axis, cujus singulæ conversiones perficerentur horis $11\frac{1}{4}$: quapropter index lunæ suam conversionem absolveret horis $708\frac{1}{4}$, hoc est diebus 29, horis 12, minutis 45. Esset igitur in singulis lunationibus paulò tardior non nisi uno minuto; sed demum absolutis duodecim lunationibus exiguum esset discrimen. Quod si rotulæ horas indicantis faciem interiorem in partes 16 distinxeris, & denticulos ad perpendicularum erexeris, qui Curriculum convertant, ita tamen, ut curriculum unâ conversione excipiat solum quindecim denticulos, utique una curriculi conversio perficietur

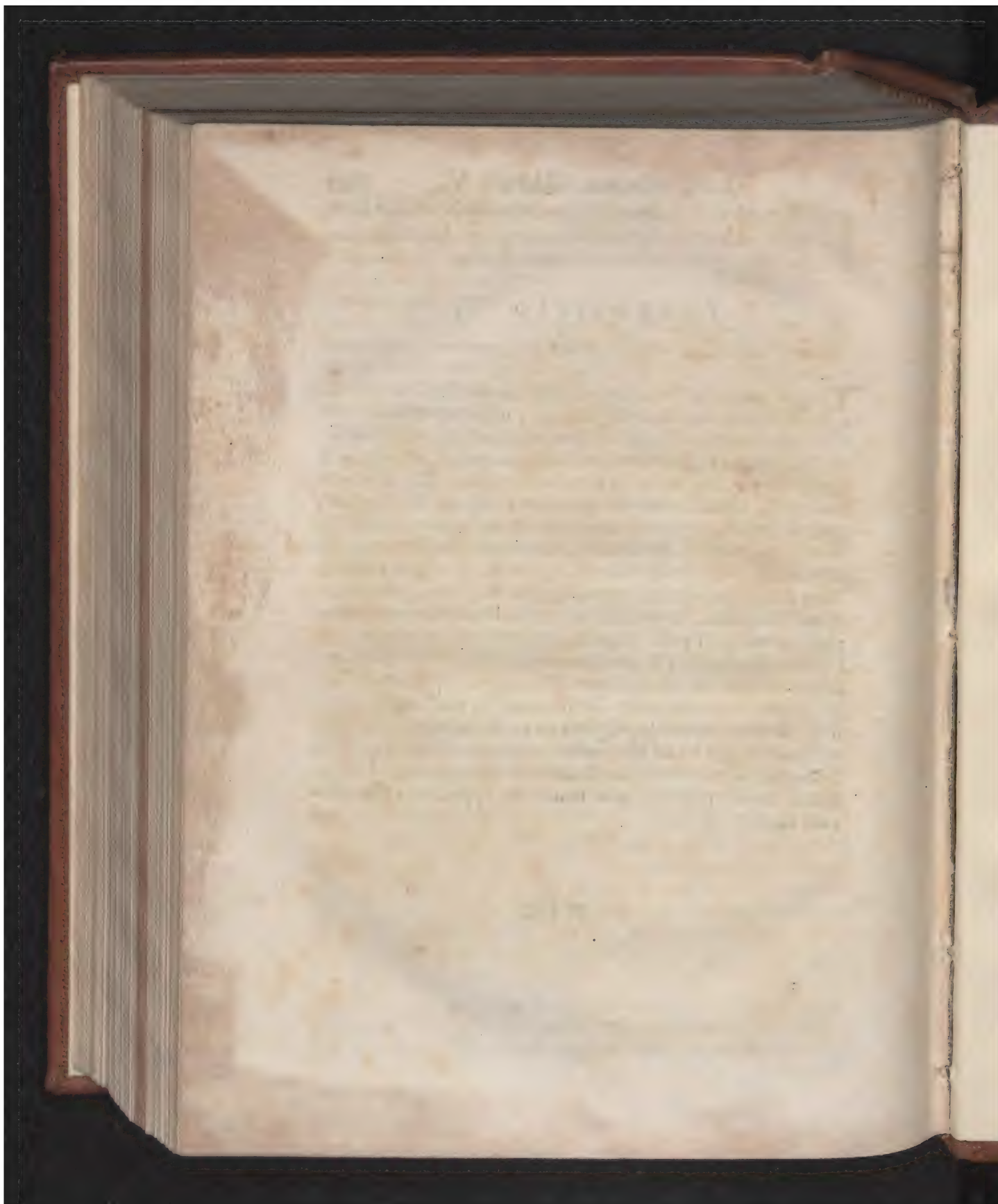
perficietur horis $11\frac{1}{4}$, hoc est $\frac{45}{16}$ horarum duodecim, seu horarum quadrantibus 45; qui per 63 multiplicati dant horarum quadrantes 2835, quot una lunatio complectitur.

PROPOSITIO V.

Pancratiū ad onera Veste attollenda opportunum construere.

SÆpè contingit Veste secundi generis attollendum esse aliquod onus, cui impar sit potentia: idcirco præstò esse potest instrumentum (cui Pancratio nomen fieri posse ostendit vis satis magna) plures in alios usus accommodatum, quod & facillimè quocumque in loco collocari valet, & quocumque transferri. Cochlea infinita cum suo tympano dentato congruente paretur: tympani axis sit excavatus in tres aut quatuor strias convenientes dentibus laminæ rectæ chalybeæ dentatæ satis solidæ, cujusmodi illa est, quam lib. 5. cap. 6. exhibui. Nam si hæc includantur capsulæ paulò longiori, quàm sit lamina illa dentata, & cochleæ axis extra loculamentum promineat, ut ei aptari possit manubrium; ex Cochleæ conversione volvitur tympanum, & unà cum illo ejusdem axis striatus, qui dentes laminæ chalybeæ subiens illam elevat. Et quoniam hujus laminæ caput sinuatum subjicitur vecti, etiam vectis attollitur, & cum eo pondus. Quanta sit cochleæ infinitæ cum suo tympano & axe vis ad elevandam laminam, constat ex dictis: Componenda est autem hæc Ratio cum Ratione Vectis, ut habeatur momentum Potentiæ manubrio applicatæ comparatæ cum opere.

FINIS.



005643666

